HANDBUCH DER ZOOLOGIE

SECHSTER BAND
ERSTE HÄLFTE

ERSTER TEIL



HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

WILLY KÜKENTHAL

FORTGEFÜHRT VON

THILO KRUMBACH

HERAUSGEGEBEN VON

J.-G. HELMCKE
BERLIN

H. v. LENGERKEN
WEINGARTEN / WÜRTT.

D. STARCK
FRANKFURT/M

SECHSTER BAND / ERSTE HÄLFTE / ERSTER TEIL

Acrania (Cephalochorda) — Cyclostoma — Pisces

BEARBEITET VON

V. PIETSCHMANN UND W. SCHNAKENBECK
WIEN HAMBURG

MIT 1193 ABBILDUNGEN IM TEXT



WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG · J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG · GEORG REIMER · KARL J. TRÜBNER · VEIT & COMP.

BERLIN 1962

 Archiv-Nummer 52 28 62 6. Printed in Germany.

Satz: Walter de Gruyter & Co., Berlin 30 — Druck: Günther & Sohn, SW 61

Inhaltsübersicht

METAZOA

Zweites Unterreich der Tiere

Über die Metazoa im allgemeinen (von Willy Kükenthal in Berlin). Siehe Erster Band, Seite 295—306.

Die kurze Darstellung gibt eine Gruppierung der acht (oder neun?) Tierstämme, Seite 296, und eine kurze Übersicht über die Literatur zur Gesamtnaturgeschichte der Metazoa, Seite 293—306 (zusammengestellt und hinzugefügt von dem Herausgeber).

EUMETAZOA

Zweite Unterabteilung der Metazoa

(Metazoen mit echten Geweben und echten Organen)

Von Seite 419 des Ersten Bandes bis zum Schlusse des ganzen Werkes.

BILATERIA

Von Seite 14 (1) des Zweiten Bandes bis zum Schlusse des ganzen Werkes.

CHORDATA

Siebenter Stamm der Eumetazoa · Fünfter Stamm der Bilateria

Von Seite 1 des Fünften Bandes, Zweite Hälfte, bis zum Schlusse des ganzen Werkes.

ACRANIA—CEPHALOCHORDA

Zweiter Unterstamm der Chordata

Erste und einzige Klasse der Acrania

CRANIOTA

Dritter Unterstamm der Chordata

MARSIPOBRANCHIA

Erste Superklasse der Craniota

CYCLOSTOMATA

Einzige Klasse der Marsipobranchia

VERTEBRATA

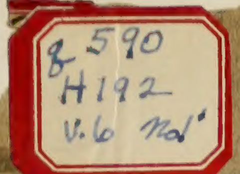
Zweite Superklasse der Craniota

PISCES

Erste Klasse der Vertebrata

Vom Sechsten Band, Erste Hälfte, Erster Teil des Handbuches der Zoologie sind erschienen:

Seite 1—112	als Erste Lieferung am 30. Juni 1929
Seite 113—208	als Zweite Lieferung am 15. März 1933
Seite 209—336	als Dritte Lieferung am 5. Oktober 1933
Seite 337—448	als Vierte Lieferung am 22. März 1934
Seite 449—544	als Fünfte Lieferung am 4. Juli 1935
Seite 545—656	als Sechste Lieferung am 1. April 1955
Seite 657—752	als Siebente Lieferung am 30. Juli 1955
Seite 753—824	als Achte Lieferung am 30. September 1955
Seite 825—904	als Neunte Lieferung im Oktober 1956
Seite 905—1000	als Zehnte Lieferung im Dezember 1960
Seite 1001—1115	als Elfte Lieferung im Oktober 1962



HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

DR. WILLY KÜKENTHAL

GEHEIMEM REGIERUNGSRAT
WEILAND O. O. PROF. AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UNTER MITARBEIT
ZAHLREICHER FACHGELEHRTER

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THILO KRUMBACH

SECHSTER BAND

Acrania (Cephalochorda) - Cyclostoma Ichthya - Amphibia

Bearbeitet von

Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien, Prof. Dr. Franz Werner in Wien, Prof. Dr. Georg Wetzel in Greifswald und Prof. Dr. Thilo Krumbach in Berlin

ERSTE HÄLFTE: ERSTE LIEFERUNG

Bogen 1 bis 7

Ausgegeben am 30. Juni 1929



BERLIN UND LEIPZIG 1929

WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

Bisher sind erschienen:

ERSTER BAND

Protozoa — Porifera — Coelenterata — Mesozoa

Bearbeitet von Dr. Hjalmar Broch in Oslo, Prof. Dr. Max Hartmann in Berlin, Prof. Dr. Ernst Hentschel in Hamburg, Privatdoz. Dr. Viktor Jollos in Berlin-Dahlem, Prof. Dr. Willy Kükenthal in Berlin, Prof. Dr. Thilo Krumbach in Berlin, Frau Dr. Fanny Moser in Berlin, Prof. Dr. Ferdinand Pax in Breslau, Prof. Dr. Ludwig Rhumbler in Hannöverisch-Münden

1925. Quart. Mit 868 Figuren. XIV, 1060 Seiten.
Geheftet Rm. 65.—, in Halbleder geb. Rm. 75.—

ZWEITER BAND

Vermes Amera — Vermes Polymera — Echiurida Sipunculida — Priapulida

Bearbeitet von Prof. Dr. Fritz Baltzer in Bern, Prof. Dr. Ludwig Böhmig in Graz, Prof. Dr. Gustav Brandes in Dresden, Prof. Dr. Ernst Bresslau in Köln am Rhein, Prof. Dr. Otto Fuhrmann in Neuchâtel, Prof. Dr. Friedrich Hempelmann in Leipzig, Prof. Dr. Thilo Krumbach in Berlin, Prof. Dr. Wilhelm Michaelsen in Hamburg, Prof. Dr. Max Rauther in Stuttgart, Privatdozent Dr. Erich Reisinger in Köln am Rhein, Privatdozent Dr. Adolf Remane in Kiel, Prof. Dr. J. A. Scriban in Cluj, Prof. Dr. Waldemar Selensky in Leningrad und Prof. Dr. Carl Wesenberg-Lund in Hilleröd (Dänemark)

Dieser Band wird in 9 gleichzeitig erscheinenden Teilen ausgegeben

Bisher liegen vor:

1. Lieferung: (Teil 1) Bogen 1—7 (S. 1—112). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: (Teil 8) Bogen 1—7 (S. 1—112). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: (Teil 2) Bogen 1—8 (S. 1—128). 1928. Subskriptionspreis Rm. 14.—
4. Lieferung: (Teil 3 u. 4) Bg. 1—8 (S. 1—110 u. 1—18). 1929. Sub.-Preis Rm. 14.—
5. Lieferung: (Teil 4) Bogen 9—16 (S. 19—146). 1929. Sub.-Preis Rm. 14.—

DRITTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Tardigrada — Pentastomida — Myzostomida Arthropoda: Allgemeines — Crustacea

Bearbeitet von Prof. Dr. Heinrich Balß in München, Prof. Dr. Vinzenz Brehm in Eger, Dr. Hjalmar Broch in Oslo, Dr. P. A. Chappuis in Cluj, Hofrat Dr. phil. h. c. Anton Handlirsch in Wien, Prof. Dr. Richard Heymons in Berlin, Prof. Dr. Thilo Krumbach in Berlin, Geheimem Regierungsrat Prof. Dr. G. W. Müller in Greifswald, Prof. Dr. Johannes Reibisch in Kiel, Prof. Dr. Ferdinand Richters in Frankfurt am Main, Prof. Dr. Rudolf v. Stummer-Traunfels in Graz, Prof. Dr. Johannes Thiele in Berlin, Prof. Dr. Erich Wagler in Langenargen am Bodensee und Prof. Dr. Carl Zimmer in Berlin

1927. Quart. Mit 1172 Abbildungen. XVI, 1156 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 127.—, in Halbleder geb. Rm. 137.—

VIERTER BAND

Progoneata — Chilopoda — Insecta

Bearbeitet von Dr. Carl Grafen Attems in Wien, Hofrat Dr. phil. h. c. Anton Handlirsch in Wien und Privatdozenten Dr. Josef Meixner in Graz

1. Lieferung: Bogen 1—8 (S. 1—128). 1926. Subskriptionspreis Rm. 13.—
2. Lieferung: Bogen 9—15 (S. 129—240). 1926. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 16—22 (S. 241—352). 1926. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Bogen 23—28 (S. 353—448). 1926. Subskriptionspreis Rm. 10.—
5. Lieferung: Bogen 29—36 (S. 449—576). 1927. Subskriptionspreis Rm. 13.—
6. Lieferung: Bogen 37—42 (S. 577—672). 1929. Subskriptionspreis Rm. 10.-

Fortsetzung auf Seite 3 des Umschl

METAZOA

(PARAZOA + EUMETAZOA)

PLEROMATA + COELENTERIA * COELENTERATA + ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA (= GASTRAEADA + NEOPROCTA) + DEUTEROSTOMIA (= MESENCHYMATA + COELOMATA) * MODIFIZIERTE GASTRULATIERE + MODIFIZIERTE TROCHOPHORATIERE + MODIFIZIERTE CHORDATIERE

EUMETAZOA

(RADIATA + BILATERIA)

ENTEROCOELA + COELOMOCOELA * PROTAXONIA + HETERAXONIA

BILATERIA

(VERMES + ARTHROPODA + MOLLUSCA + ECHINODERMA + CHORDATA)

HETERAXONIA * CENTROPLANA * BILATERATA * BILATERALIA HYPOGASTRICA + BILATERALIA PLEUROGASTRICA * SPHENOTA * ZEUGITA * ZYGOMORPHA * ZYGOPLEURA * DIPLEURA * PLEROCOELIA + ENTEROCOELIA * ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA + DEUTEROSTOMIA * ZYGONEURA + DIPLEURIDIA + CHORDONIA * SCOLIGENA + AMBULACRALIA + CHORDONIA * COELOMOCOELA * COELOMATA (PARTIM?)

Siebenter Stamm der Eumetazoa
Fünfter Stamm der Bilateria
CHORDATA

(TUNICATA + ACRANIA + CRANIOTA)

Linnaeus 1766: CL. 1 MAMMALIA, CL. 2 AVES, CL. 3 AMPHIBIA, CL. 4 PISCES, CL. 5 INSECTA, CL. 6 VERMES (INTESTINA + MOLLUSCA + TESTACEA + LITHOPHYTA + ZOOPHYTA) * Carl Gustav Carus 1818: **THIERE OHNE HIRN UND RÜCKENMARK**: 2. KLASSE WEICHTHIERE, MOLLUSCA, 1. ORDNUNG ACEPHALEN (SALPA, ASCIDIA, PTEROTRACHAEA, THALIA). — **THIERE MIT RÜCKENMARK UND HIRN**: UNTERSTE KLASSE: FISCHE (GRÄTHENFISCHE + KNORPELFISCHE) * McLeay 1819—21: **VERTEBRATA** (PISCES, AMPHIBIA, MAMMALIA, AVES, REPTILIA). — **TUNICATA** * Blainville 1822: ARTIOMORPHA (ARTIOZOARIA) 1. TYP **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** = PILIFERA + PENNIFERA + SQUAMIFERA + NUDIPELLIFERA + PINNIFERA. — 4. TYP **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** [DARIN ACEPHALOPHORA, DARUNTER HETEROBRANCHIA (ASCIDIAE)] * Cuvier 1829: ANIMALIA **VERTEBRATA**. — ANIMALIA **MOLLUSCA** (DARIN CL. 4 ACEPHALA = TESTACEA + TUNICATA) * Ehrenberg 1836: A. **MYELONEURA** 1. NUTRIENTIA (MAMMALIA + AVES), 2. ORPHANOZOA (AMPHIBIA + PISCES). — B. **GANGLIONEURA** 1. SPHYGMOZOA, CORDATA, DARIN 4. MOLLUSCA (DARUNTER CL. 15 TUNICATA + CL. 16 AGGREGATA) * Perty 1841: SUBREGNUM I **GASTROZOA, BAUCHTHIERE**: CLASSIS VI MOLLUSCA: SUBCL. 1 ACEPHALA, ORDO 1 TUNICATA, SCHALENLOSE (THETYDEA + LUCIA + THALIDA). — SUBREGNUM 3 **CEPHALOZOA, KOPFTHIERE** = CLASSIS XII PISCES + CL. XIII AMPHIBIA (REPTILIA) + CL. XIV AVES + CL. XV MAMMALIA * Fitzinger 1843: I. **EVERTEBRATA**: III. CIRCULUS DERMATOZOA = ACEPHALA + CEPHALOPODA + MOLLUSCA. — II. **VERTEBRATA**: A. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM VEGETATIVORUM = PISCES + REPTILIA; B. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM ANIMALIUM = AVES + MAMMALIA * van Beneden 1845: 1. **HYPOCOTYLEDONES, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + BATRACHIA + PISCES). — 3. **ALLOCOTYLEDONES** (DARIN MOLLUSCA MIT TUNICATA) * Stannius 1846: **VERTEBRATA** = FISCHE (MIT BRANCHIOSTOMA) + REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE * Rudolf Leuckart 1848: V. **MOLLUSCA, PALLIATA** (DARUNTER CL. 12 TUNICATA = ASCIDAE, TETHYES + SALPAE, THALIDES). — VI. **VERTEBRATA** * C. Th. v. Siebold 1848: ANIMALIA EVERTEBRATA: VIERTE HAUPTGRUPPE **MOLLUSCA**, ZEHNTE KLASSE ACEPHALA: 1. ORDNUNG TUNICATA (ASCIDIAE + SALPINAE) * Vogt 1848: I. **VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (LEPTOCARDIA, CYCLOSTOMATA, SELACHIA, GANOIDEA, TELEOSTIA). — IV. **MOLLUSCA**, DARUNTER CL. 13 TUNICATA (ASCIDIAE + BIPHORA), EINE KLASSE DER GRUPPE MOLLUSCOIDEA (= TUNICATA + CTENOPHORA + BRYOZOA) * Milne Edwards 1855: I. **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILES + BATRACHIA + PISCES). — III. **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** (DARUNTER MOLLUSCOIDEA = TUNICATA + BRYOZOA) * Owen 1855: PROVINCE **VERTEBRATA, MYELENCEPHALA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + PISCES). — PROVINCE **MOLLUSCA, HETEROGANGLIATA** (DARIN CL. TUNICATA = SACCOBRANCHIATA + TAENIOBRANCHIATA) * Owen 1855: **PROVINCE VERTEBRATA OR MYELENCEPHALA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA + PISCES — **PROVINCE MOLLUSCA OR HETEROGANGLIATA** = [CEPHALOPODA + . . . +] TUNICATA * Leunis 1860: **ANIMALIA VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA ODER AMPHIBIA (SQUAMATA + NUDA) + PISCES (OSTEACANTHI + CHONDRACANTHI, DARUNTER ALS LETZTE ORDNUNG CYCLOSTOMI MIT AMPHIOXUS). — **MOLLUSCA ACEPHALA** = [BRACHIOPODA + CONCHIFERA +] TUNICATA, MANTEL- ODER SACKTHIERE ODER SCHALEN

LOSE ACEPHALEN (ASCIDIACEA + SALPACEA) * Burmeister (Giebel) 1867: VIERTE KLASSE DER REGULÄREN THIERE: TYPUS DER **MOLLUSKEN**: ORDNUNG TUNICATA ODER PERIGYMNA (ASCIDIAE + SALPINAE). — LETZTE HAUPTABTHEILUNG **OSTEOZOA ODER VERTEBRATA**: KLASSE PISCES, DER EINFACHSTE DER FISCHE: AMPHIOXUS, + AMPHIBIA + AVES + MAMMALIA * Huxley 1875: **DEUTEROSTOMATA EPICOELA** = TUNICATA OR ASCIDIOIDA + VERTEBRATA * E. Ray Lankester 1877: ENTEROZOA COELOMATA (TRIPLOBLASTICA): . . . **7. VERTEBRATA** = UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + CRANIATA * Benjamin Clarke 1879: VERTEBRATE DIVISION: **VERTEBRATA NOTODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES [= (— MONODELPHIA —) GANOIDEA, PACHYCARDIA, LEPTOCARDIA, DERIVED FROM ASCIDIA) + (— DIDELPHIA —) LEPIDOTA, TELEOSTIA, ? SELACHIA] — **VERTEBRATA PRODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) MAMMALIA (DIDELPHIA, ORNITHODELPHIA) + (— MONODELPHIA —) MAMMALIA (MONODELPHIA). — **MOLLUSCOIDEA**: ASCIDIOIDA = NOTODELPHIA (MONODELPHIA) ASCIDIA IN PART, SALPIDA, PYROSOMATIDA, DIPLOSOMA + NOTODELPHIA (DIDELPHIA) = ASCIDIA, ? BALAGOGLOSSIDA. * Ludwig (Leunis) 1883: 1. KREIS **VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CHONDROPTERYGEI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII). — 2. KREIS **TUNICATA** (ASCIDIACEA + THALIACEA) * Hatschek 1888: LETZTER TYPUS **CHORDONII** = 10. CLAD. TUNICATA + 11. CLAD. LEPTOCARDII + 12. CLAD. VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + GNATHOSTOMATA) * Hallez 1893: **CHORDATA** * Masterman 1897: **CHORDATA** = ARCHICORDA (HEMICHORDA + DIPLOCHORDA) + EUCHORDA (UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + HOLOCHORDA) * Fleischmann 1898: I. TYPUS **VERTEBRATA** = PISCES (SELACHII + TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII) + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES (ARCHAEORNITHES + NEOORNITHES) + MAMMALIA. — VI. TYPUS **TUNICATA** (ASCIDIA + THALIACEA) * Gegenbaur 1898: **WIRBELLOSE**: (7. STAMM) TUNICATA = COPELATEN + PYROSOMEN + DOLIOLEN + SALPEN. — **WIRBELTHIERE**: (8. STAMM) = ACRANIA + CRANIOTA * Goette 1902: **CHORDATA** = TUNICATA + CEPHALOCHORDIA, LEPTOCARDII + VERTEBRATA * Karl Camillo Schneider 1902: II. PHYLUM COELENTERIA 4. TYPUS: ENTEROCÖLIA (CÖLENTERIER MIT GESONDERTEN CÖLARRÄUMEN) = **PROCHORDATA** + **CHORDATA**: 6. SUBTYPUS AMERIA + 7. SUBTYPUS TRIMERIA + 8. SUBTYPUS TELOCHORDATA (CLADUS TUNICATA) + 9. SUBTYPUS EUCHORDATA (CLADUS HOMOMERIA, ACRANIA + CLADUS VERTEBRATA, CRANIOTA) * Harmer 1904: **CHORDATA** = 1. HEMICHORDATA (ENTEROPNEUSTA + PTEROBRANCHIA + PHORONIDEA) + 2. UROCHORDATA, TUNICATA (LARVACEA + ASCIDIACEA + THALIACEA) + 3. CEPHALOCHORDATA (BRANCHIOSTOMATIDAE) + 4. CRANIATA (CYCLOSTOMATA + PISCES) * Grobben 1908: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * Hatschek 1911: PHYLUM **CHORDONIA** = TYPUS TUNICATA + TYPUS VERTEBRATA (ACRANIA + CRANIOTA) * Bütschli 1912: PHYLUM **CHORDATA** = SUBPHYLUM TUNICATA, UROCHORDA + SUBPHYLUM VERTEBRATA (TRIBUS ACRANIA, LEPTOCARDII + TRIBUS CRANIOTA) * Hertwig 1912: III. **STAMM WÜRMER**: DARIN 10. KLASSE TUNICATEN (APPENDICULARIEN + TETHYODEEN + THALIACEEN). — VII. **STAMM WIRBELTIERE** = 1. UNTERSTAMM ANAMNIEN (ACRANIER + CYCLOSTOMEN + FISCHE + AMPHIBIEN) + 2. UNTERSTAMM AMNIOTEN (REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE) * Heider 1913: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * J. E. V. BOAS 1914: **URWIRBELTIERE** — TUNIKATEN; — **URWIRBELTIERE** — AMPHIOXUS — CYCLOSTOMEN — SELACHIER — GANOIDEN — KNOCHENFISCHE — LUNGENFISCHE — AMPHIBIEN — REPTILIEN — VÖGEL — SÄUGETIERE * Brehms Tierleben 1914: **TIERKREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA * Grobben (Claus) 1916: PHYLUM VI. DEUTEROSTOMIA: SUBPHYLUM III **CHORDONIA** = KREIS TUNICATA (COPELATA + TETHYODEA + THALIACEA) + KREIS ACRANIA (LEPTOCARDIA) + KREIS VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + PISCES + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES + MAMMALIA) * Austin H. Clark 1921: **VERTEBRATOIDEA** = ACRANIATA (PHYLUM TUNICATA + PHYLUM CEPHALOCHORDA) + CRANIATA (PHYLUM VERTEBRATA) * Börner 1923: **COELOMATA NEUROPORATA** = TUNICATEN + ACRANIER + VERTEBRATEN * Jürgen W. Harms 1924: C. KREIS **MODIFIZIERTE CHORDATIERE** (CHORDA DORSALIS STETS EMBRYONAL VORHANDEN; RÖHRENFÖRMIGES NERVENSYSTEM): **NEUROPORATA** = 1. UNTERKREIS SALPAE + ASCIDIAE (ALS REGULATIONSFORMEN) + 2. UNTERKREIS ACRANIA + HEMICRANIOTA ODER CYCLOSTOMATA + CRANIOTA (PISCES, AMPHIBIA, SAUROPSIDA, MAMMALIA) (ALS HALBSTABILE TIERE) + 3. UNTERKREIS APPENDICULARIA (ALS STABILE TIERE) * Stempell 1926: **KREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA, CRANIOTA * Fleischmann 1928: **1. STILKREIS DER WIRBELTIERE, VERTEBRATA** = 1. NABELTIERE, AMNIOTA + 2. NABELLOSE, ANAMNIA + SCHÄDELLOSE, ACRANIA ODER RÖHRENHERZEN, LEPTOCARDIA. — **8. STILKREIS DER MANTELTIERE, FILTERTIERE, TUNICATA** = 1. SEESCHEIDEN, ASCIDIA + APPENDIKULARIEN + SCHWIMMENDE TONNEN, SALPAE * Kühn 1928: STAMM **CHORDATA** = 1. UNTERSTAMM ACRANIA + 2. UNTERSTAMM TUNICATA + 3. UNTERSTAMM VERTEBRATA ODER CRANIOTA

Zweiter Unterstamm der Chordata
ACRANIA
(ACRANIA)

Haeckel 1866, Grobben 1908, Hatschek 1911, Bütschli 1912, Franz 1922, Kühn 1928: ACRANIA * Bleeker 1859: AMPHIOXOIDEI * Masterman 1896: BRANCHIOSTOMA (+ TUNICATA = ATRIOZOA) * Ray Lankester 1877, Masterman 1897, Clark 1921: CEPHALOCHORDA * Harmer 1904, Herdman 1904: CEPHALOCHORDATA * Owen 1846: CIRRHOSTOMI * Huxley 1875: ENTOMOCRANIA * Ryder 1885: HAPLOCYEMATA * Karl Camillo Schneider 1902: HOMOMERIA * Johannes Müller 1844, Günther 1870, Hatschek 1888, Lönnberg 1902: LEPTOCARDII * Bonaparte 1856 (Geoffroy St. Hilaire 1852): MYELOZOA * Owen 1846: PHARYNGOBRANCHII

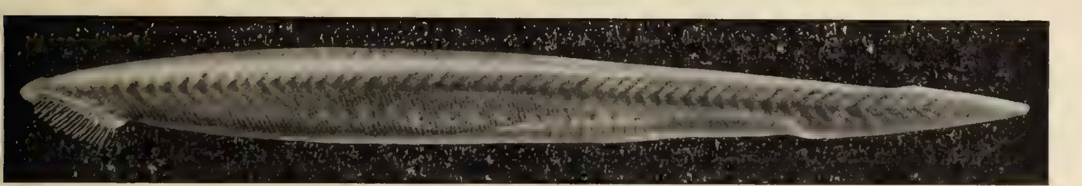
Erste und einzige Klasse der Acrania
(ACRANIA)

Zweiter Unterstamm der Chordata
ACRANIA

Erste und einzige Klasse der Acrania:
ACRANIA — CEPHALOCHORDA

(Von Victor Pietschmann in Wien)

1774 Pallas: Limax lanceolatus oder lanceolaris — 1778 Pallas: Limax lanceolaris — 1834 Costa: Branchiostoma lubricum (Cyclostomi) — 1836 Yarrell: Amphioxus [statt Amphioxys] lanceolatus — 1841 Rathke: Amphioxus — 1844 Johannes Müller: Branchiostoma lubricum — 1846 Johannes Müller: Leptocardii — 1846 Owen: Pharyngobranchii — 1846 Owen: Cirrhostomi — (1852 Geoffroy St. Hilaire und) 1856 Bonaparte: Myelozoa — 1859 Bleeker: Amphioxoidei — 1866 Haeckel: Acrania — 1870 Günther: Acrania — 1875 Huxley: Entomocrania — 1877 Ray Lankester: Cephalochorda — 1885 Ryder: Haplocyemata — 1888 Hatschek: Leptocardii — 1902 Karl Camillo Schneider: Homomeria — 1902 Lönnberg: Leptocardii — 1904 Herdman: Cephalochordata — 1906 Zoological Record: Prochordata partim — 1908 Grobben: Acrania — 1911 Hatschek: Acrania — 1912 Bütschli: Acrania — 1921 Austin H. Clark: Acraniata partim — 1922 Franz: Acrania — 1928 Fleischmann: Acrania oder Leptocardia — 1928 Kühn: Acrania.



Figur 1. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Habitusbild.* Etwa 2-fach vergrößert. (Original, gezeichnet von B. M. Klein)

Definition

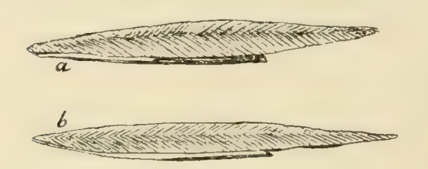
Glashelle, im erwachsenen Zustande küstenbewohnende, kleine Meerestiere von zahnstocherartiger Gestalt (ohne paarige Extremitäten) mit unveränderter (wirbel- und schädellos bleibender) Chorda dorsalis, die sich nach vorn über das gleichmäßig dicke, nur vorn und hinten spitz zulaufende, ihr aufliegende Rückenmark hinauserstreckt; kein eigentliches Gehirn, keine paarigen Augen; die Funktion des Herzens vertreten pulsierende Gefäßstämme; Blut farblos; Mund (ohne Kiefer, aber) von Zirren umgeben; Atmungs- und Bauchhöhle bilden einen gemeinsamen Raum, die Atrial- oder Peribranchialhöhle; die Atmung erfolgt durch Kiemen.

Erforschungsgeschichte

Die erste Beschreibung eines Acraniers gab, im Jahre 1774, Pallas. Er hatte von der Küste von Cornwall ein konserviertes Tierchen erhalten, das er als *Limax lanceolatus* beschrieb, also *zu den* ***Nacktschnecken*** *stellte*, wenngleich er gewisse Verschiedenheiten gegenüber anderen Vertretern derselben wohl erkannte. Seine Diagnose beschränkte sich auf die kurze Darstellung der Körperform und einiger äußerlich sichtbarer Merkmale des Tierchens (Figur 2), von denen jedoch manche schon deutlich kennbar gemacht sind. Fast 60 Jahre hindurch war das alles, was über Acranier bekannt geworden war. Erst mit der Wiederentdeckung der merkwürdigen kleinen Tierchen an verschiedenen Stellen Europas setzten zu Beginn der dreißiger Jahre des verflossenen Jahrhunderts aufs neue auch die Untersuchungen und Beschreibungen wieder ein. Der nächste, der sich wieder mit

dem Gegenstande beschäftigte, war der Italiener COSTA, der im Jahre 1834 unter einer Anzahl neu entdeckter Tiere Italiens auch den *Lanzettfisch*, den er als erster Zoologe lebend zu studieren Gelegenheit hatte, wieder beschrieb, und zwar unter dem Namen *Branchiostoma lubricum* (da er die den Mund umgebenden Zirren für Kiemen hielt). Er betrachtete ihn als ***Vertreter einer neuen Fischordnung*** und *reihte ihn* ***den Cyclostomen*** *ein*.

Eine Reihe von Beobachtungen über einzelne Organe und den inneren Bau erweiterte die Kenntnisse, die Pallas vermittelt hatte, in den folgenden Jahren. So wurden von dem Engländer YARRELL, der das Tier *Amphioxus lanceolatus* nannte, 1836 die Chorda dorsalis, die Myomeren, der Flossensaum und die Gonaden beschrieben, von JOHANNES MÜLLER, teilweise nach Arbeiten von RETZIUS und SUNDEVALL, 1839 genauere Angaben über die Chorda und ihr Verhältnis zum Rückenmark gemacht, dieses selbst, das Kiemengerüst, die Kiemenhöhlenöffnung und das Herz gemacht. GOODSIR war der erste, der 1841 *eine nähere Beziehung des Branchiostoma zu Petromyzon oder Myxine*, die bisher angenommen worden war — zum Teil unter der Vermutung, daß man eine Jugendform dieser Tiere vor sich habe —, *leugnete*, mit der Begründung, daß es keine Kiemenspalten hätte und in mancher Beziehung, insbesondere in bezug auf den vorderen, respiratorischen Teil des Darmes, den *Ascidien* gliche.



Figur 2. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *die erste Darstellung des Tieres* durch Pallas 1774 und 1778.

Die fischförmige nakte Seeschnekke. (Limax lanceolaris.) Ich habe das Thierchen jedoch nicht lebendig zu betrachten Gelegenheit gehabt, sondern erhielt es aus der See um Cornwall in Weingeist. Vielleicht berichtet ein andrer mehrere Umstände davon.

Die Seiten haben schräg nach vorwärts laufende Linien, die am Rückenrande scharfgebrochen sind, und diesem kleinen Geschöpf das Ansehn eines abgeschälten Fisches geben. Peter Simon Pallas (Berlin und Stralsund verlegts Gottlieb August Lange) 1778.

Die 1. Beschreibung, die von 1774, hat Pallas lateinisch abgefaßt, die von 1778 selber ins Deutsche übersetzt.

Der Streit der Anschauungen über die genaue Stellung des Branchiostoma im System dauerte dann geraume Zeit. Wir wollen vorwegnehmend erwähnen, daß das Tier von VERSCHIEDENEN AUTOREN, darunter auch von RATHKE, *mit den* ***Cyclostomen*** *zusammengestellt* wurde, daß gleichzeitig aber auch immer wieder Vergleiche mit *den* ***Ascidien***, später, zunächst 1876 durch HATSCHEK, dann, 1877, durch KOWALEWSKY auch mit *den* ***Anneliden*** angestellt wurden.

Von JOH. MÜLLER wurde in einer klassischen Arbeit »Über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum« 1844 bereits als Ergebnis dieser Untersuchungen die Ansicht geäußert, daß man das Tier zwar *den Cyclostomen* zunächst einreihen müsse, es aber nicht als einen Cyclostomen selbst ansehen könne, da es *Unterschiede* gegenüber ihnen aufweise, die *größer* wären *als die eines Fisches und eines nackten Amphibiums*. Und im Jahre 1846 trug er in seinem Werke »Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische« dieser Erkenntnis Rechnung, indem er *Branchiostoma* als Vertreter einer eigenen, *den Cyclostomen gleichwertigen* Subklasse: ***Leptocardii*** aufführte.

Ihm folgten darin unter anderen GRENACHER 1867, GÜNTHER im Katolog der Fische 1870, und die FOLGENDEN AUTOREN nach. Die immer schärfer erkannten Unterschiede führten 1856 erstmalig dazu, daß die Acranier unter dem Namen ***Myelozoa*** von BONAPARTE als *eigene Klasse* Erwähnung fanden und damit also *den übrigen Wirbeltierklassen als unterste angereiht* wurden.

In den nächsten Jahrzehnten schwankten die Anschauungen zwischen diesen beiden Auffassungen (Subklasse und Klasse) und anderen Extremen, die zum Beispiel *Branchiostoma* für einen *Vertreter der Mollusken* oder eine *Quappe* hielten (letzteres die Anschauung FITZINGERS). Auch die Meinung, daß die Tiere *Jugendstadien* seien, konnte noch später geäußert werden.

Schon um die achtziger Jahre brach sich die Überzeugung immer mehr Bahn, daß die Acrania in ihrer Organisation doch verschiedene tiefgreifende Unterschiede *gegenüber allen Wirbeltieren* besäßen, eine Überzeugung, die um die Wende des neunzehnten Jahrhunderts bereits so stark geworden war, daß MASTERMAN 1897 *Branchiostoma und die Tunicaten* zu einem ***Kreise der Atriozoa*** vereinigte.

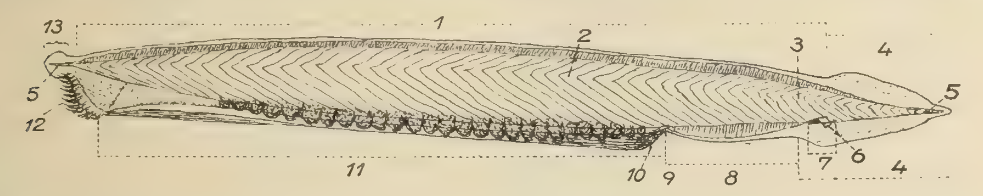
Von 1906 an trug auch der ZOOLOGICAL RECORD den gewonnenen Erkenntnissen Rechnung, indem er die Arbeiten über Acrania von diesem Zeitpunkt an unter den ***Prochordata*** aufführte.

Diese tiefe Trennung von den Vertebraten befolgten auch die meisten späteren Autoren. Gegenwärtig werden die Acrania entweder als besonderer ***Kreis*** oder sogar als ***Subphylum*** oder ***Phylum*** dem ***der Vertebraten gleichgestellt.***

Das außerordentlich rege Interesse an diesen merkwürdigen Tieren beweist die Fülle der Arbeiten, die in den letzten Jahrzehnten des verflossenen und während des jetzigen Jahrhunderts über diesen Gegenstand erschienen und aus denen unsere Literaturübersicht nur einen kleinen Ausschnitt bringt.

Diese Arbeiten zeigen aber auch, wie sehr die Ansichten über die Bedeutung und die nächsten Beziehungen der Acranier schwankten. Wenn wir hören, daß diese Tiere von den einen als *degenerierte Wirbeltiere*, von anderen wieder als *neotenische Formen anderer Vertebraten* angesehen wurden, wieder andere sie *den Ascidien* oder den *Enteropneusten* als besonders nahe erklärten, so ergibt sich uns ein Bild des Durcheinanders von Meinungen, die während einer langen Reihe von Jahren herrschten, bis sich schließlich die Auffassungen im großen und ganzen in der obenerwähnten Richtung klärten.

Was die weitere Entwickelung unserer Kenntnisse über den Bau und die Lebensweise der Acranier betrifft, so sind neben den schon erwähnten und einigen anderen Arbeiten Müllers, die sich mit allen Organsystemen ganz ausführlich und treffend beschäftigten, noch zu nennen als gleichzeitig die Untersuchungen Rathkes



Figur 3. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Seitenansicht, etwas schematisiert.* (*1*) Dorsalflosse; (*2*) letztes präatriales Myotom; (*3*) letztes präanales Myotom; (*4*) Kaudalflosse; (*5*) Chorda dorsalis, nur am vorderen und hinteren Ende sichtbar; (*6*) After; (*7*) Afterfeld; (*8*) Ventralflosse; (*9*) Ende der Metapleuren; (*10*) Atrioporus; (*11*) linkes Metapleuron; (*12*) Präoraltentakel; (*13*) Rostralflosse. Ungefähr 4-fach vergrößert. (Nach Franz)

und die von Retzius (der die Kiemenspalten und die Pulsation der Kiemenarterie fand), sowie die Köllikers von 1843 (der das Geruchsorgan beschrieb), Arbeiten, denen sich zahlreiche Einzeluntersuchungen aller Richtungen in den nächsten Jahren anschlossen.

Was sodann die Entwickelung betrifft, so beschäftigte sich 1859 Meissner zuerst im besonderen mit ihr. Ihm folgte 1867 und die folgenden Jahre Kowalewsky mit seinen berühmten Untersuchungen.

Balfours (1876) und Hatscheks Arbeiten (1882) sind Marksteine für die weiteren Stadien unserer Kenntnis von der Entwickelung des Branchiostoma. Die letztere Arbeit stellt — wenigstens in den großen Umrissen — wohl den Grundstock dessen dar, was auch heute noch als gültig angesehen wird.

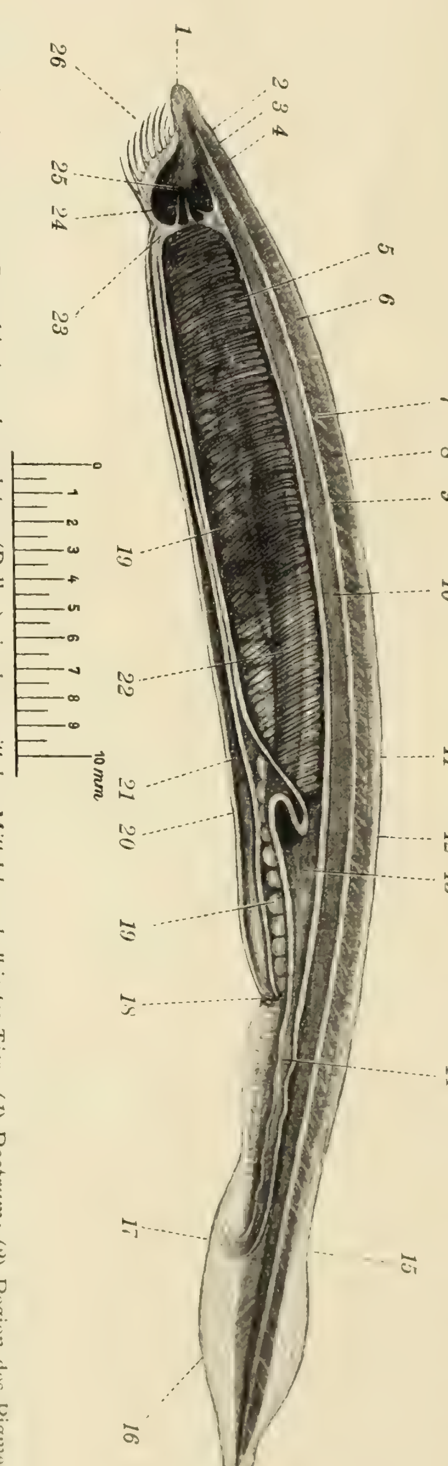
Um nur einige besonders hervortretende Arbeiten aus der jüngeren und jüngsten Zeit zu erwähnen, seien hier Boveris, Neiderts und Leibers, sowie Zarniks ausgedehnte Untersuchungen über die Geschlechtsorgane, des letzteren Arbeit über das Blutgefäßsystem, Boveris und Goodrichs Arbeiten über die Exkretionsorgane, die mustergültigen Arbeiten von Retzius, Dogiel, sowie die schönen Untersuchungen Kutchins über das Nervensystem genannt. Schließlich mögen die jüngsten Arbeiten von Krause und Franz Erwähnung finden, die umfangreiche, zum Teil zusammenfassende Darstellungen bringen. Gegenwärtig sind wohl so ziemlich alle Organsysteme und Körperteile der Acrania mehrfach durchgearbeitet. Gleichwohl herrschen noch in vielen Einzelheiten Unstimmigkeiten in der Auffassung, — manchmal recht deutliche — was ja, abgesehen von anderem, bei der geringen Größe vieler hier in Betracht kommenden Organe und Gewebsteile nicht zu verwundern ist.

Das ist zum Teil ja auch mit ein Grund, warum beispielsweise die Stellung der Acranier, ihre nächsten Verwandtschaftsbeziehungen, die Auffassung über Homologien und so weiter keineswegs in allen Dingen einheitlich beurteilt wird.

Morphologie

Die Acranier sind mehr oder weniger glashelle, manchmal irisierende, durchsichtige Tierchen von langgestreckter Gestalt, die einem an beiden Enden seitlich zusammengedrückten, spitz zulaufenden, im mittleren Teil des Körpers, insbesondere aber in dessen vorderer Partie ungefähr rundlichen, 3kantigen

Stäbchen, etwa einem Zahnstocher, gleichsehen. Querschnitte in der hinteren Hälfte des Körpers erinnern an Querschnitte von Linsen, und zwar an um so schmälere, je weiter hinten sie geführt sind (Figur 12).



Figur 4. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *in der sagittalen Mittelebene halbiertes Tier.* (*1*) Rostrum; (*2*) Region des Pigmentflecks und der Riechgrube; (*3, 4*) »Gehirn«-Bereich; (*5*) Kiemendarm; (*6*) Flossensaum; (*7*) Myomeren; (*8*) Lage des in Figur 9 dargestellten Querschnittes; (*9*) Rückenmark; (*10*) Chorda; (*11*) Lage des in Figur 10 dargestellten Querschnittes; (*12*) Lage des in Figur 11 dargestellten Querschnittes; (*13*) Mitteldarm; (*14*) Enddarm; (*15*) Lage des in Figur 12 dargestellten Querschnittes; (*16*) Schwanzflosse; (*17*) After; (*18*) Abdominalporus (Atrioporus); (*19*) Gonaden; (*20*) Seitenflosse; (*21*) Bauchrinne; (*22*) Leber; (*23*) Velum; (*24*) innere Zirren; (*25*) Flimmerwulst; (*26*) äußere Zirren. (Nach Krause)

Die beiden vorderen Drittel des Bauches sind breit rundlich und mit 2 niederen seitlichen Bauchfalten, den Seitenfalten oder Metapleura, versehen, die vom Munde ansetzen und sich bis unmittelbar hinter den Atrioporus, die Öffnung des Kiemendarmsackes erstrecken, dort sich von beiden Seiten einander nähernd, ohne sich jedoch ganz miteinander zu vereinigen.

Die Haut zwischen diesen Metapleuren ist der Länge nach gefurcht (Figur 7, 9, 10, 117).

Dagegen ist der ganze Rücken und das letzte Drittel des Bauches (Figur 6, 7, 12, 117) gekielt.

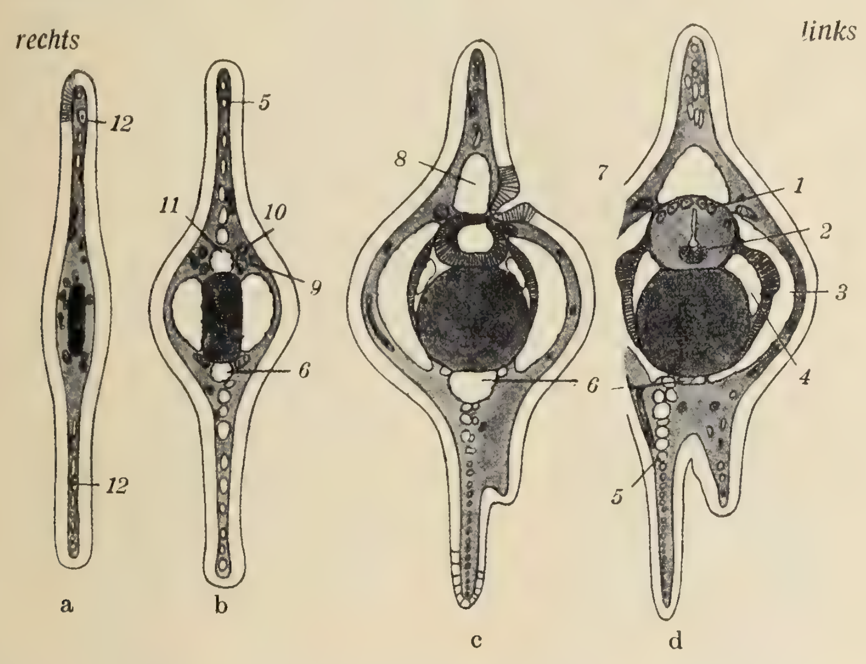
Auf dem Körper sind auch am lebenden Tiere die Grenzen der einzelnen Myotome zu erkennen, die geknickt, mit einem nach vorn gerichteten Winkel quer über den Körper verlaufen und in ihrer Anzahl bei den *einzelnen Arten charakteristisch* variieren, weshalb sie ja auch zur Unterscheidung derselben in der Klassifikation herangezogen werden. Nach ihrer Stellung unterscheidet man präatriale, präanale und postanale Myotome.

Flossensaum

Die bereits erwähnte teilweise Kielung des Körpers wird durch einen zarten, aber deutlich ausgebildeten Flossensaum hervorgerufen, der an dem Vorderende der rechten Metapleuralfalte ansetzt, um das vordere Ende des Tieres auf den Rücken herumbiegt und die ganze Länge desselben einnimmt. Um das hintere Körperende herum setzt er sich dann ohne Unterbrechung

auf die Bauchseite fort, wo er bis zum Abdominalporus (Atrialporus) oder zur hinteren Öffnung des Atrialraumes reicht (Figur 3, 4, 5, 12, 15).

Dieser niedere Flossensaum besitzt an der Körperspitze eine deutlich abgesetzte, rundlich oder rundlichkantig begrenzte Verbreiterung, die als Rostralflosse, Präorallobus oder Schnauze bezeichnet wird. Desgleichen findet sich eine Erhöhung von mehr oder weniger lanzettförmiger Gestalt um das Schwanzende des Körpers, die Kaudalflosse. Der zwischen diesen beiden Flossen liegende Flossensaum des Rückens, der bei den *Branchiostoma-Arten* ziemlich gleichmäßig hoch, bei den *Asymmetron-Arten* vorn etwas gebuckelt ist, wird Dorsalflosse genannt, während der vor dem ventralen Teil der Kaudalflosse gelegene Abschnitt des Flossensaumes als Ventralflosse gekennzeichnet wird.



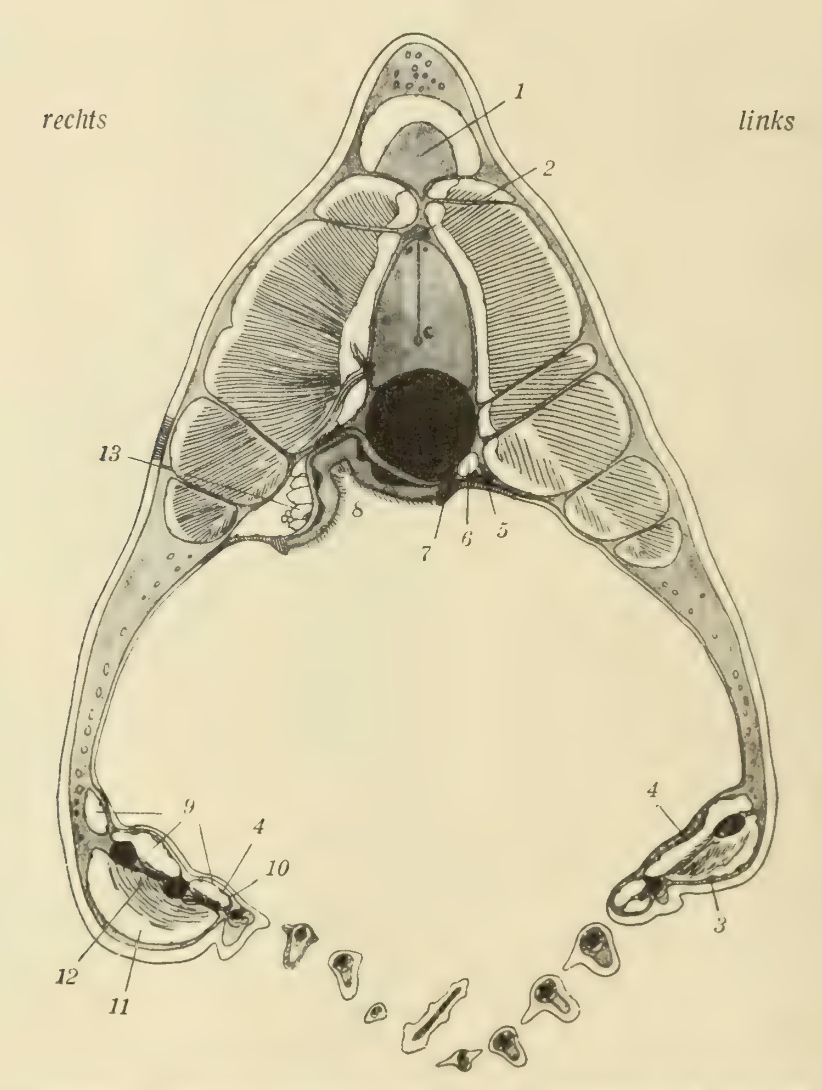
Figur 5, ***a—d***. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Rostralflosse bis zum Infundibularorgan. Seiten verkehrt* (rechts ist links und umgekehrt). (*1*) Große Dorsalzellen; (*2*) Infundibularorgan; (*3*) Myozöl; (*4*) Sklerozöl; (*5*) Hautkanäle; (*6*) ventrale Rostralhöhle; (*7*) 2. rechter dorsaler Spinalnerv; (*8*) Flossenkästchen (Flossenkammern); (*9*) 1. linker dorsaler Spinalnerv; (*10*) 2. linker dorsaler Spinalnerv; (*11*) dorsale Rostralhöhle; (*12*) Quatrefagesches Körperchen. Der Schnitt Figur 5*c* geht durch die Riechgrube. (Nach Franz)

Die Kaudalflosse selbst beginnt ventral in der Gegend des Afters, und zwar je nach den verschiedenen Arten ein oder einige Myotome vor oder hinter demselben.

Paarige Flossen finden sich nicht. Doch werden die beiden Metapleuralfalten oft auch als »Seitenflossen« bezeichnet.

Rostral- und Kaudalflosse zeigen bezüglich Form und Größe Unterschiede bei den *einzelnen Arten*. Insbesondere die letztere weist sowohl in bezug auf das ganze Tier, als auch im Verhältnis zur ersteren Verschiedenheiten in der Größe, in der Lage des dorsalen und ventralen Beginns ihrer Erhebung aus der Dorsalflosse auf.

Der basale Teil der dorsalen wie der ventralen Flosse ist »gekammert«, wobei jede Kammer je einem paarigen Flossenstrahl entspricht. Auch die Anzahl dieser Kammern, wie die der Flossenstrahlen, wird zur Unterscheidung der Arten benützt. Diese Kammerung kann sich auch bis in die vordersten Teile der Kaudalbasis erstrecken, fehlt aber andererseits manchmal in großen Teilen der Dorsale oder Ventrale, in letzterer sogar bei *einer Art* ganz.



Figur 6. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt im Gebiet der Mundhöhle und der Geißelgrube am Gaumen. Seiten verkehrt.* (*1*) Flossenstrahl; (*2*) Dachraum; (*3*) äußerer Lippen(nerven)plexus; (*4*) innerer Lippen(nerven)plexus; (*5*) Hatscheksches Nephridium; (*6*) linke Aorta; (*7*) 4. linker Spinalnerv; (*8*) Geißelgrube; (*9*) innere Lippenhöhle; (*10*) innerer Lippenmuskel; (*11*) äußere Lippenhöhle; (*12*) äußerer Lippenmuskel; (*13*) Glomus. (Nach Franz)

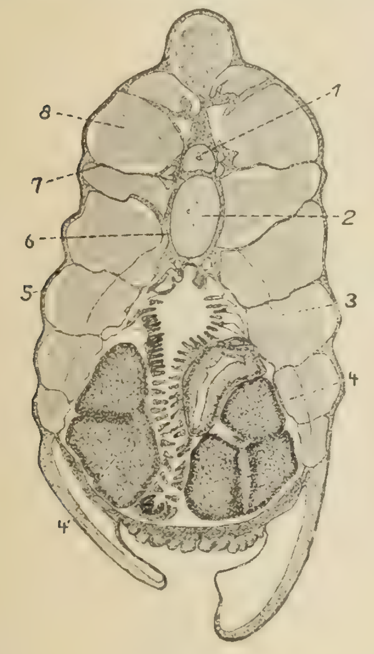
Auf dem vordersten Abschnitt des Körpers findet sich links dorsal, bei den *meisten Arten* nur mikroskopisch erkennbar, eine kleine Grube, die »Riechgrube« (Figur 5 *c*), sowie über der der Chorda anliegenden vordersten Myotomspitze, am Vorderende des Rückenmarks, der »Augenfleck«. Ventral vor dem

Zirren

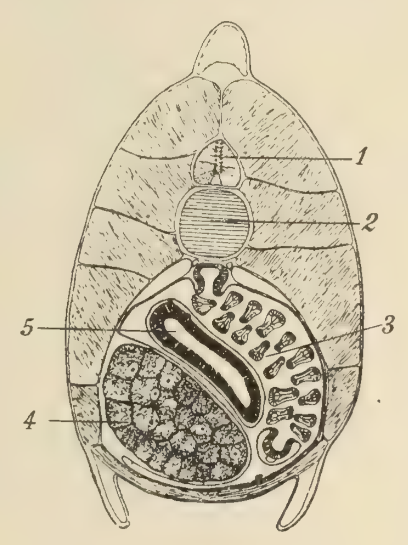
Beginn der beiden Metapleuralfalten liegt der rundliche, von einem Kranz von Zirren (Präoraltentakeln) umgebene Mund. Die Zirren werden durch Knorpelstäbchen versteift.

Atrium

Der ventrale Teil des vorderen, größeren Körperabschnittes wird durch die Peribranchial- oder Atrialhöhle (Atrium) gebildet, in der auch beim lebenden Tiere bereits die Gonaden als segmental angeordnete, länglich-rundliche Säckchen mit aufrechtstehender Längsachse zu erkennen sind, die gegen den Anfang und das Ende dieser Reihe an Größe merklich abnehmen. Auch ihre Zahl wird zur systematischen Bestimmung verwertet. Fast immer ist dabei, ebenso wie bei den Myotomen, eine Asymmetrie in der Anzahl dieser Gonaden festzustellen, die ein Überwiegen an Zahl und Länge bei den Gonaden der rechten Seite gegenüber der linken erkennen läßt. Nur bei einer *einzigen Art* sind in Ausnahmsfällen umgekehrte Verhältnisse beobachtet worden. Die Gonaden liegen in den Gonadentaschen, deren jede bei normaler Entwickelung eine



Figur 7.



Figur 8.

Figur 7. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *mittlerer Querschnitt durch den Kiemendarmbereich eines männlichen Tieres.* (*1*) Rückenmark; (*2*) Chorda; (*3*) Kiemendarm; (*4*) Gonade; (*5*) Cutisblatt; (*6*) skeletogenes Blatt; (*7*) Myoseptum; (*8*) Myotom. (Nach K. C. Schneider)
Figur 8. Acrania. — *Asymmetron lucayanum* Andrews: *Querschnitt im Kiemendarm- und Gonaden-Bereich.* (*1*) Rückenmark; (*2*) Chorda; (*3*) Kiemendarm; (*4*) Gonade; (*5*) Leber. (Nach Franz)

Myotombreite einnimmt, sie sind jedoch derart gelagert, daß ihre Grenzen nicht mit denen der Myotome zusammenfallen, sondern daß der größere vordere Teil der Gonadentasche auf eine, ihr kleinerer hinterer Teil auf die nächstfolgende Myotombasis fällt. Von dieser letzteren stammt auch die Anlage der ganzen betreffenden Tasche. In der Literatur wird das kurz damit ausgedrückt, daß man sagt, die ($n-1$.) Gonadentasche stammt vom $n$ten Myotom oder Somiten (Figur 4, 7 bis 11).

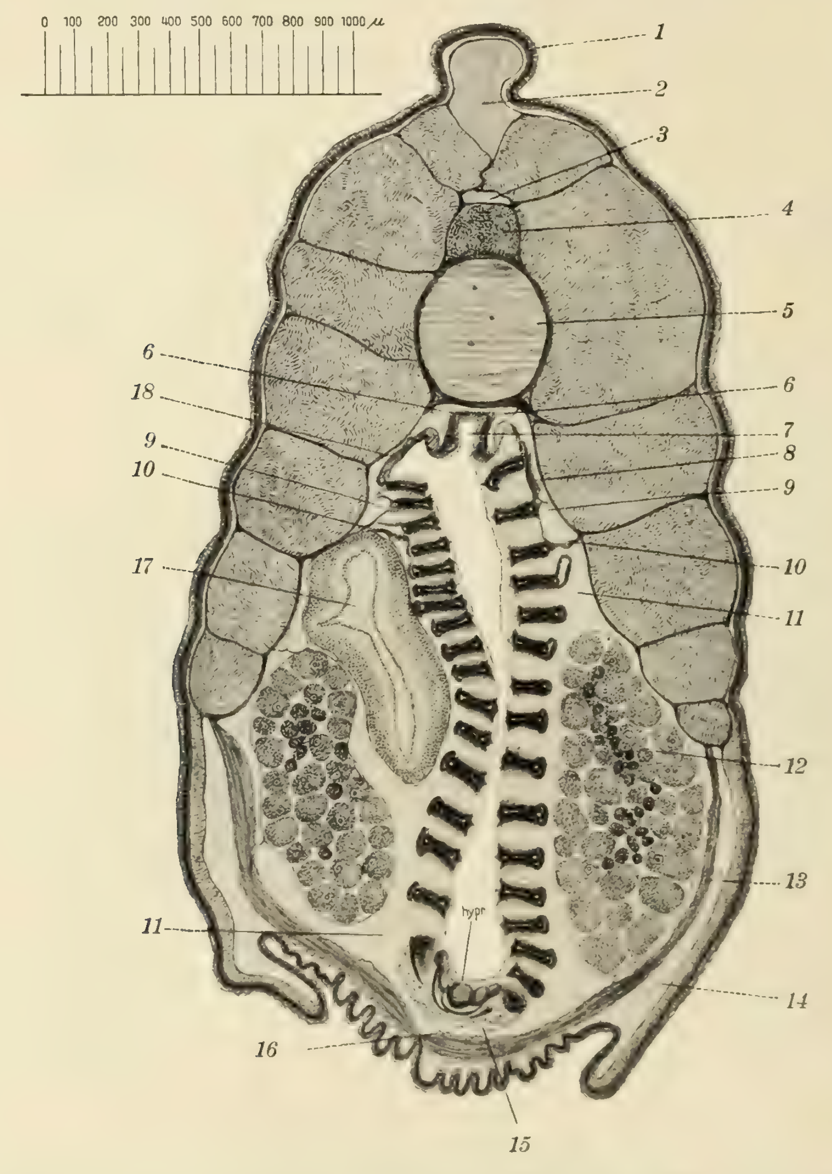
After

Der After liegt entweder in einem deutlichen Afterfeld, das sich sogar *manchmal* als eine über mehrere Myotombreiten reichende flache Einbuchtung oder Delle darstellt, *manchmal* aber kaum merklich ist und bei *manchen Arten* ganz verschwindet. Er besteht entweder aus einem Loch ohne jede Vorstülpung,

oder liegt auf einer solchen, kann in extremen Fällen sogar am Ende einer deutlich sichtbaren, über die Körperfläche hervorragendem Röhre stehen (Figur 3, 4, 15, 117).

Chorda

Etwa im unteren Teil des obersten Körperdrittels verläuft in der Mittellinie desselben die Chorda dorsalis, die sowohl am vorderen wie am hinteren



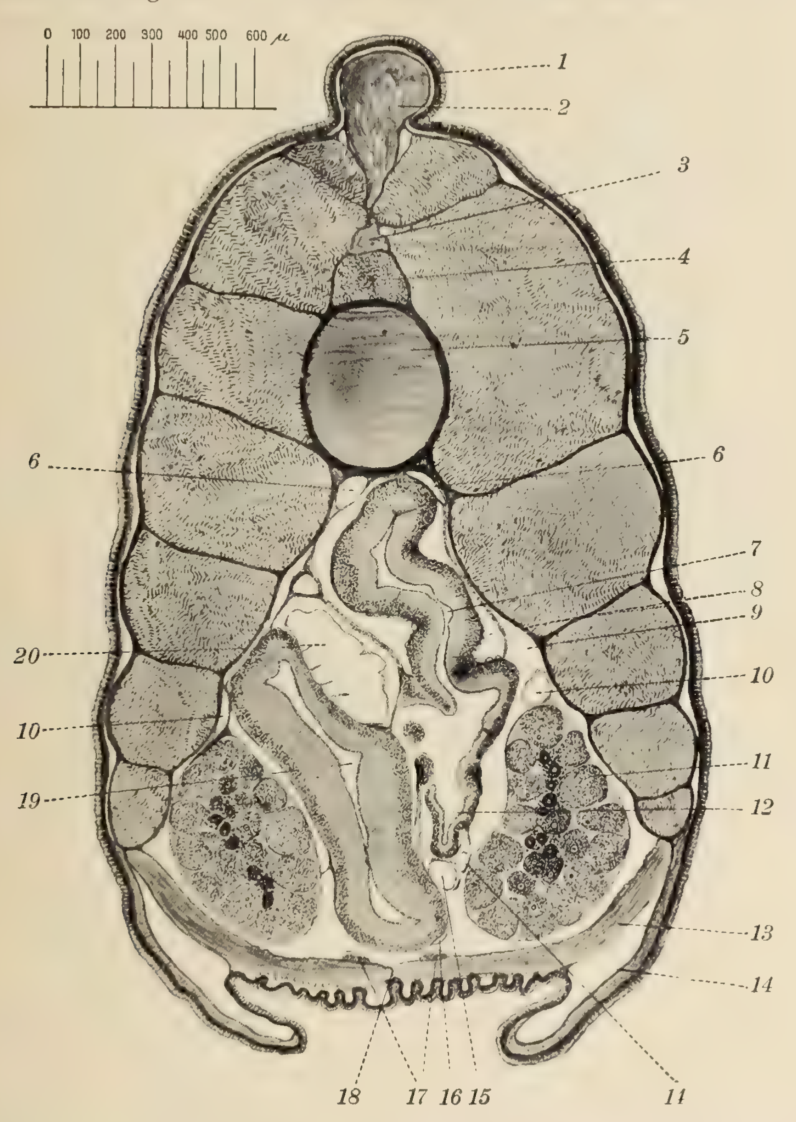
Figur 9. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch den Kiemendarmbereich* (siehe Figur 4 und 8). (*1*) Flossensaum; (*2*) Flossenstrahl; (*3*) Dachraum; (*4*) Rückenmark; (*5*) Chorda; (*6*) Aorta; (*7*) Epibranchialrinne; (*8*) Nierenkanälchen; (*9*) Zölom; (*10*) Ligamentum denticulatum; (*11*) Peribranchialraum; (*12*) Gonade; (*13*) Pterygialmuskel; (*14*) Seitenkanal; (*15*) Kiemenarterie; (*hypr*) Hypobranchialrinne; (*16*) Raphe der Pterygialmuskeln; (*17*) Leber; (*18*) Nierengefäße. (Nach Krause)

Körperende über die Muskelsegmente, vorn auch über das über ihr liegende Rückenmark hinausragt. Dieses letztere besteht ebenfalls aus einem dickwandigen, geraden Rohr, das, vorn und hinten sich verschmälernd, endet.

Zwischen Mund und After erstreckt sich der ganz gerade, im vorderen Teil sackartig erweiterte und mit seitlichen Kiemenspalten versehene Darm, der dort also auch teilweise als Respirationsorgan dient.

Darm

Am Ende dieses respiratorischen Teiles mündet ein größerer, länglicher, dunkler gefärbter Blindsack, dessen blindes Ende nach vorn gerichtet ist, der »Leberblindsack«. Er liegt auf der rechten Seite des Kiemendarmes frei im Atrium.



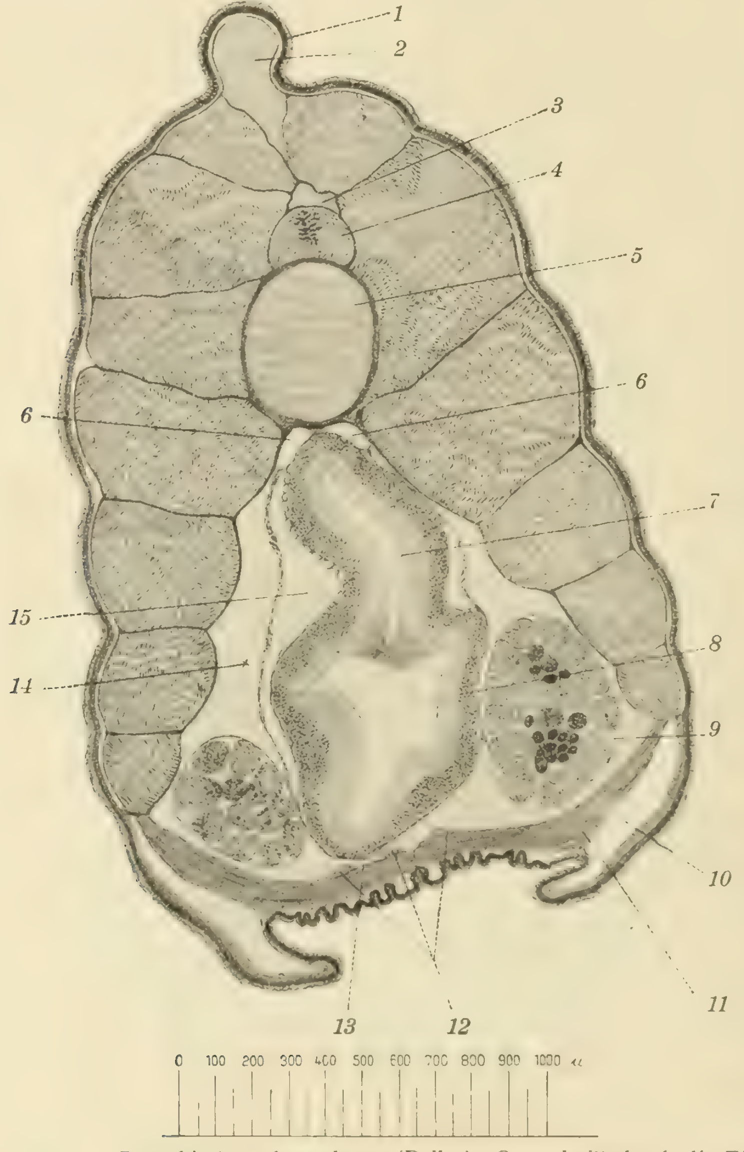
Figur 10. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Leberregion* (siehe Figur 4 und 11). (*1*) Flossensaum; (*2*) Flossenstrahl; (*3*) Dachraum; (*4*) Rückenmark; (*5*) Chorda; (*6*) Aorta; (*7*) Epibranchialrinne; (*8*) Zölom; (*9*) Peribranchialraum; (*10*) Lateralvene; (*11*) Gonade; (*12*) Hypobranchialrinne; (*13*) Pterygialmuskel; (*14*) Seitenkanal; (*15*) Bulbillus; (*16*) Kiemenarterie; (*17*) Nierenwülste; (*18*) Raphe der Pterygialmuskeln; (*19*) Leber; (*20*) Pfortader. (Nach Krause)

Zwischen der Mundhöhle und dem Kiemendarm ist im Innern des Mundes ein dünnes Häutchen, ein »Velum«, gespannt, das am Rande auch kleine Tentakel trägt, die Velartentakel.

Über Lage und Bau von Nervensystem, Blutgefäßen und Nieren soll bei der Besprechung dieser Organe die Rede sein.

Grundform

Der Bau der *erwachsenen* Acranier ist ein metamer-bilateral-asymmetrischer.



Figur 11. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Einmündungsstelle der Leber in den Darm* (siehe Figur 4 und 12). (*1*) Flossensaum; (*2*) Flossenstrahl; (*3*) Dachraum; (*4*) Rückenmark; (*5*) Chorda; (*6*) Aorta; (*7*) Mitteldarm; (*8*) Leber; (*9*) Gonade; (*10*) Seitenkanal; (*11*) Pterygialmuskel; (*12*) Nierenwülste; (*13*) Subintestinalvene; (*14*) Peribranchialraum; (*15*) Zölom. (Nach Krause)

Dies zeigt sich (abgesehen von den bereits erwähnten Tatsachen — zum Beispiel Lage des Afters, der Leber) nicht bloß in den Myotomen, die auf der rechten und linken Körperseite nicht miteinander übereinstimmen, vielmehr abwechselnd (alternierend) gestellt sind, sondern auch dementsprechend in den vom Rückenmark abzweigenden Spinalnerven, wie in der Lagerung der Gonaden.

Regionen

Bezüglich der Einteilung des Acranierkörpers in Regionen wurde insbesondere von Gegenbaur die Ansicht vertreten, daß der ganze, vom Kiemendarm eingenommene vordere Körperabschnitt den Kopf darstelle und dem *Kopf der Cranioten* entspreche. Dieser Ansicht traten vor allem van Wijhe und Boveri entgegen, die den hinteren Teil des Kiemenkorbes bereits als zum vorderen Rumpf gehörig auffaßten, eine Ansicht, der sich allmählich die meisten Forscher, auch Gegenbaur selber, angeschlossen haben. Daß der vom After aus nach hinten reichende Körperabschnitt als Schwanz- (Kaudal-) Abschnitt dem Rumpf gegenüber zu setzen sei, versteht sich von selbst.

Haut

Kutikula

Die Haut von Branchiostoma besteht aus Bindegewebe und einem Epithel, welches von einer von Poren durchsetzten Kutikula überkleidet ist. Auch diese setzt sich aus 2 Schichten zusammen: einer dicken, als gestrichelter Randsaum erscheinenden Pseudokutikula und der eigentlichen, darüberliegenden, ganz dünnen, echten Kutikula.

Epithel

Das Epithel wird aus prismatischen, mit dunklem, körnigem Pigment gefüllten Zellen gebildet, die auf dem Rücken und den Seiten höher als auf dem Bauche sind, wo sie in der Gegend der Metapleuralfalten nahezu kubische Gestalt annehmen. Ihre Kerne, die während *der Larven-Periode* und der Metamorphose gleichzeitig mit einer vorübergehenden Abflachung der Zellen unregelmäßige Gestalt annehmen (durchlöchert, abgeplattet, halbmondförmig und dergleichen aussehen), liegen im basalen Teil der Zellen und sind oval oder rundlich. Zwischen ihnen verteilt sind die (unter den Sinnesorganen beschriebenen) Hautsinneszellen eingelagert. Die Epithelzellen sind beim *erwachsenen* Tiere unbewimpert, die langen larvalen Wimpern verlieren sie schon während der Metamorphose.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
1
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 μ

Figur 12. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Schwanzregion im Bereiche des Afters.* (*1*) Schwanzflosse; (*2*) Flossenstrahl; (*3*) Dachraum; (*4*) Rückenmark; (*5*) Chorda; (*6*) Aorta; (*7*) Enddarm; (*8*) Muskulatur des Afters; (*9*) After. (Nach Krause)

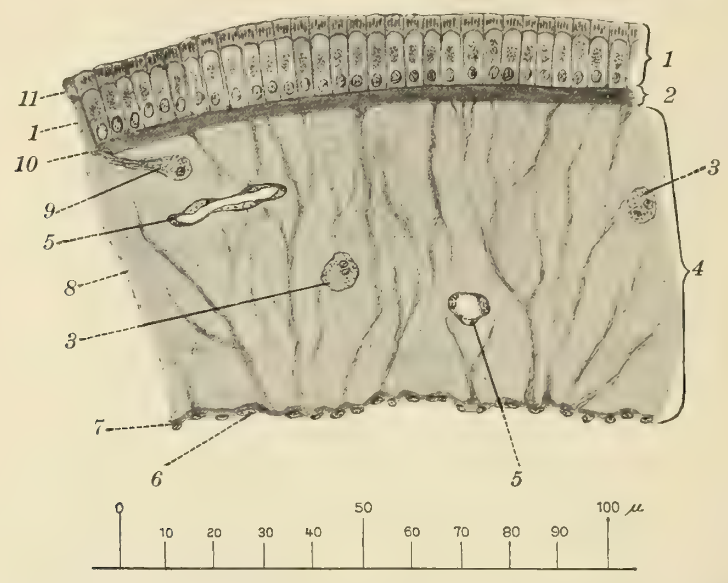
Unter dem Epithel befinden sich nach den Untersuchungen von Retzius kernlose Endothelfelder, die aus langen Maschen mit welligen und zackigen Rändern bestehen.

Unterhautgewebe

Auf das Epithel folgt nach innen zu ein mehrschichtiges Unterhautgewebe, das nach den neueren Untersuchungen aus folgenden Teilen besteht: Zunächst kommt eine aus senkrecht gekreuzten, diagonal zur Längsachse verlaufenden Fasern bestehende, membranöse Schicht mit einer darunterliegenden Bindegewebsschicht, die äußere membranöse Schicht im weiteren Sinne bildend. Sie wird aus gewöhnlichem, leimgebendem, fibrillärem Bindegewebe gebildet und ist zellenleer. An ihrer äußeren Grenze liegt (nach Joseph), ihr dicht angeschmiegt, eine ganz dünne Grenzmembran (Figur 14).

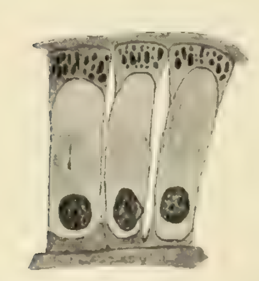
Subkutanes Gewebe i. e. S.

Unter dieser eigentlichen Cutis folgt nun das aus 3 Schichten bestehende subkutane Gewebe im engeren Sinne: zunächst eine gallertige Schicht von wechselnder Dicke, die in der äußeren Wand der Metapleuralfalten ein Vielfaches



Figur 13. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Haut der Seitenfalten.* (*1*) Epidermis; (*2*) Cutis; (*3*) Nervenstämmchen; (*4*) Subcutis; (*5*) Blutgefäße; (*6*) Epithel des Dermalblattes; (*7*) Subcutis mit proximaler Lage; (*8*) Subcutis mit distaler Lage; (*9*) Nervenstämmchen, das in die Epidermis tritt; (*10*) Basalmembran; (*11*) Kutikularsaum der Epidermis. (Nach Krause)

der eben genannten Bindegewebsschicht beträgt, stellenweise aber auch außerordentlich dünn wird. Diese Schicht ist homogen und wird von senkrecht auf die Oberfläche des Tieres gestellten, leicht welligen oder gedrehten Bindegewebsfasern durchsetzt, die die äußere membranöse Schicht mit der sehr feinen, der gallertigen Schicht innen anliegenden inneren membranösen Bindegewebsschicht verbinden. Sie sind als Stützgewebe dieser Gallertschicht aufzufassen und finden sich namentlich in der schon erwähnten äußeren Metapleuralwand. In der inneren, wo die Gallertschicht dünner wird, nehmen sie an Zahl ab und werden in der längsgefurchten, zwischen den Metapleuralfalten liegenden Bauchwand, wo sie völlig fehlen, durch längsverlaufende Faserbündel unterhalb der bindegewebigen Cutislamelle ersetzt. Diese Furchen entstehen übrigens hauptsächlich dadurch, daß das Gallertgewebe abwechselnd dünner und dicker entwickelt ist. Die meisten Beobachter haben keine Zellen und Kerne in dieser Schicht nachweisen können; von denen, die solche gefunden haben, werden sie gewöhnlich nicht als zu ihr, sondern zu Nerven oder den sogenannten Unterhautkanälen gehörig betrachtet.



Figur 14. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *3 Epidermiszellen.* (Nach Joseph)

Die schon genannte innere membranöse Schicht, die sich an die Gallertschicht anschließt, ist in ihrem Bau der äußeren gleich, jedoch viel dünner und insofern von ihr verschieden, als sie nicht mehr bloß eine allgemeine Umhüllung

des Körpers bildet, sondern auch in die Tiefe geht (zum Beispiel an die Myosepten) und Umhüllung von inneren Organen bildet. In diesen ihren Teilen finden sich auch vereinzelte Kerne.

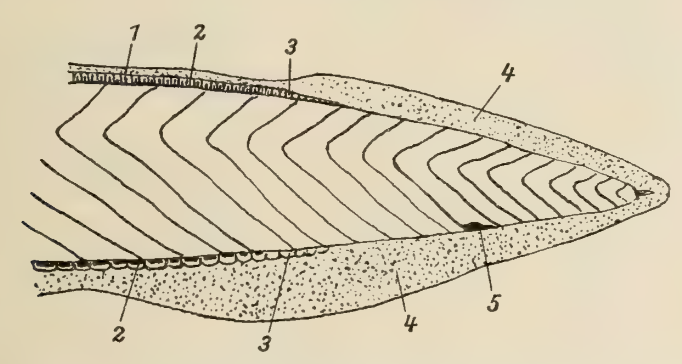
Die Schicht, die dieser folgt, ist das Cutisblatt, ein aus scharf gegeneinander abgegrenzten Zellen bestehendes Epithel, das die Matrix der bisher genannten Schichten darstellt und einen feinen Protoplasmasaum bildet.

In die Gallertschicht entsendet diese Matrix die bereits genannten Unterhautkanäle, gefäßartig verzweigte, von einem flachen Epithel ausgekleidete Röhrchen, deren Zellkerne eben manchmal fälschlich für solche der Gallertschicht gehalten worden sind.

Das Cutisblatt gehört seiner Entstehung nach zur Myomere, an die es sich unmittelbar anschließt (siehe dort). Zwischen ihm und der Myomere findet sich ein mehr oder weniger schmaler Hohlraum, der Überrest des embryonalen Myozöls, das in der späteren Zeit offenbar die Rolle eines Lymphgefäßes spielt.

Der Flossensaum im weiteren Sinne bildet eine Hautduplikatur, die in einzelnen Teilen ihres Verlaufes, wie bereits erwähnt, besondere Stützelemente, die »Flossenstrahlen«, aufweist. Es sind kurze, dicke, nicht bis zum Rande der

Flossenstrahlen



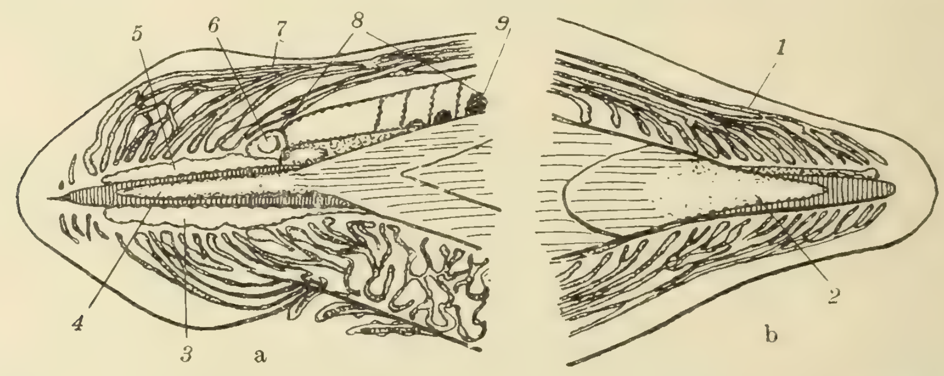
Figur 15. Acrania. — *Branchiostoma californiense* Cooper: *halbschematische Darstellung des Hinterendes.* (*1*) Flossenkammern (Flossenkästchen); (*2*) Flossenstrahlen; (*3*) leere Kammern; (*4*) Flossensaum; (*5*) After. Etwa 10-fache Vergrößerung. (Nach Franz)

Flosse reichende, weiche Strahlen, die sich in großer Anzahl (*meist* zwischen 200 bis 280, *bei einer Art* sogar 380 allein in der Dorsalflosse) in der Flosse hintereinanderstehend vorfinden, und zwar derart, daß sie in das Innere der sogenannten Flossenkammern oder Flossenkästchen (siehe Figur 9, 10, 11, 12, 15), einen abgerundeten Endteil bildend, hineinragen, meist auf einem etwas dünneren Stiele stehend. Diese Kammern setzen den basalen Teil der Flosse zusammen. Wir können also in den diesbezüglich in Betracht kommenden Teilen der Flossen (dorsale und ventrale) unterscheiden zwischen einem basalen, aus Kammern gebildeten Flossenteil und dem distalen eigentlichen Flossensaum im engeren Sinne der keinerlei Gliederung mehr zeigt, sondern einförmig erscheint.

Flossenkammern

Je nach den *einzelnen Arten* ist die Anzahl der Flossenstrahlen und der Flossenkammern und ihre Ausdehnung in den beiden in Betracht kommenden Flossen verschieden. Die ersteren beginnen in der Dorsale bereits vor dem 1. Myotom, über diesem oder hinter ihm, also über den nächstfolgenden, und können sich entweder in der ganzen Länge der Flosse finden oder nur im Vorderteil. Die vordersten sind meist ziemlich niedrig und schwach entwickelt, bei

manchen Arten so sehr, daß sie leicht übersehen werden können. Erst die späteren erreichen oft die ganze Kammerhöhle. In der Ventralflosse sind die Flossenstrahlen meistens paarig: eine rechte und eine linke nebeneinander. Nur bei *1 Art von Asymmetron* finden sich nach den neuesten Untersuchungen unpaarige, bei *einigen anderen Vertretern* dieser Gattung fehlen sie überhaupt. Jedoch sind Flossenkammern auch dann — mit einer einzigen Ausnahme, wo die Ventrale keine solchen zeigt — vorhanden (leere Flossenkammern). Die Kammern variieren ebenfalls in bezug auf die Größe und Breite, manchmal selbst bei einem und demselben Tier, je nach ihrer Lage, dergestalt, daß zum Beispiel bei *einer Art* im vordersten Teil der Dorsale 1 bis 2, weiter hinten 3 bis 4 Kammern einer Myotombreite entsprechen. In der Ventralflosse kann sich die Kammerung über den After hinaus erstrecken oder in der Höhe desselben aufhören. Die letzten Kammern sind oft unregelmäßig ausgebildet. Insbesondere bei *jungen Tieren* sind vorn und hinten keine Flossenstrahlen zu erkennen, sondern bloß leere Kammern (Figur 15).



Figur 16. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Vorderende* (*a*) *und Hinterende* (*b*) *mit den Haut- oder Gallertkanälen.* (*1*) dorsale Hautkanäle des Schwanzes; (*2*) seitliche (linke) Rostralhöhle des Schwanzes (etwas zu niedrig gezeichnet, damit die übrigen Verhältnisse zur Anschauung kommen können); (*3*) ventrale; (*4*) seitliche (linke); (*5*) dorsale Rostralhöhle des Vorderendes; (*6*) Geißelgrube; (*7*) dorsale Gallertkanäle des Vorderendes; (*8*) Flossenkammern; (*9*) Flossenstrahl. (Nach Franz)

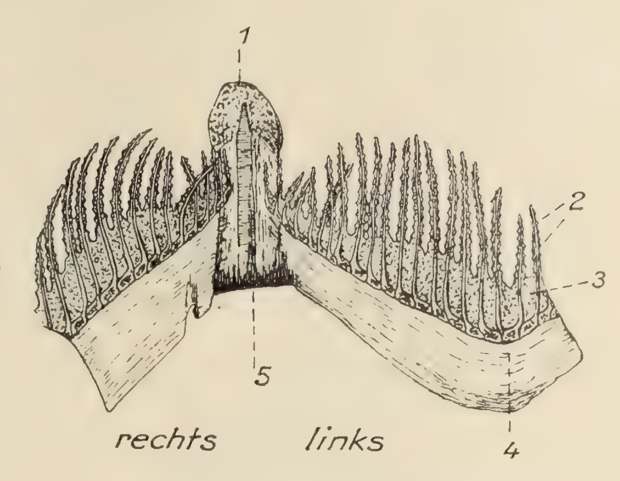
Die Flossenstrahlen sind ungegliedert und mit einer Gallerte gefüllt, die meist als frei von jeder Art Fasern beschrieben wird. Die Basis der Flossenstrahlen reicht etwas zwischen die oberen Teile der Myotome hinein und entspringt einer medianen Platte, die vom Dach der Neuralhöhle vorragt und der sie angewachsen sind.

Die Kammern werden von einem Endothel mit kleinen Kernen ausgekleidet. In den (eigentlichen) Flossensaum treten den Unterhautkanälchen entsprechende Fortsätze von zapfen-, strang- oder röhrenförmiger Gestalt ein, die bei *manchen Arten*, besonders in manchen Teilen der Ventralflosse, auch anastomosieren können.

Präoraltentakel

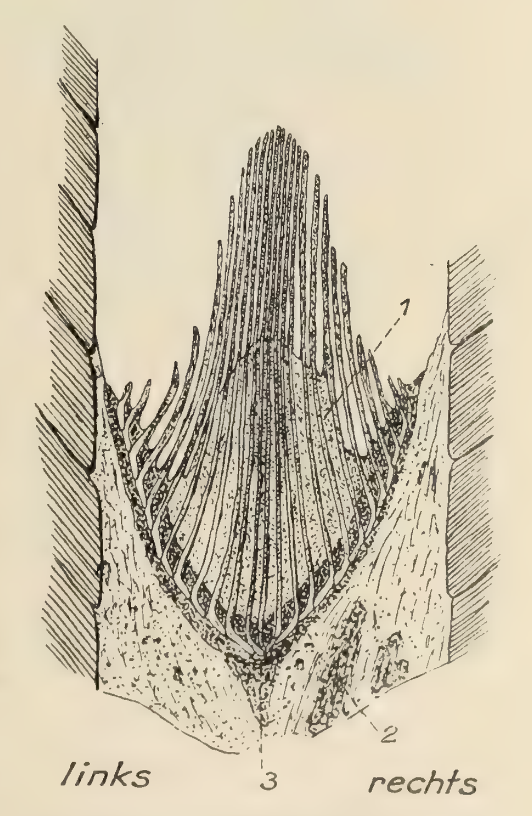
Wie schon früher kurz erwähnt, wird der Mund von einem Kranz von dünnen, fadenförmigen Zirren, den Präoraltentakeln, umgeben, die wir zum Abschlusse der Beschreibung der äußeren Teile der Acranier hier darstellen wollen. Dieser Kranz ist, seitlich gesehen, schräg von vorn oben nach hinten unten gelagert. Er ist vorn, also dort, wo er den dorsalen Teil des Mundes umgibt, nicht ganz geschlossen, weshalb er in seiner Gestalt auch mit einem Hufeisen

verglichen wurde. Die Präoraltentakel sind durch axiale »Knorpel«-Stützen, die Achsenfaden, versteift, deren feinerer Bau im Anschluß an die Chorda erwähnt wird. Sie biegen in stumpfem Winkel aus kurzen Basalstücken um, die sich ihrerseits dicht aneinanderreihen (siehe Figur 26), normalerweise an der Umbiegungsstelle des Achsenfadens konkav sich an die konvexe Kante des benachbarten anlegend, so daß ein gegliederter (allerdings, wie schon erwähnt, nicht geschlossener) Ring von Basalstücken entsteht. In der Gegend der ventralen Medianlinie sind diese Basalstücke am dicksten und nehmen gegen die Enden des »Kranzes« oder Ringes immer mehr ab (Figur 26).



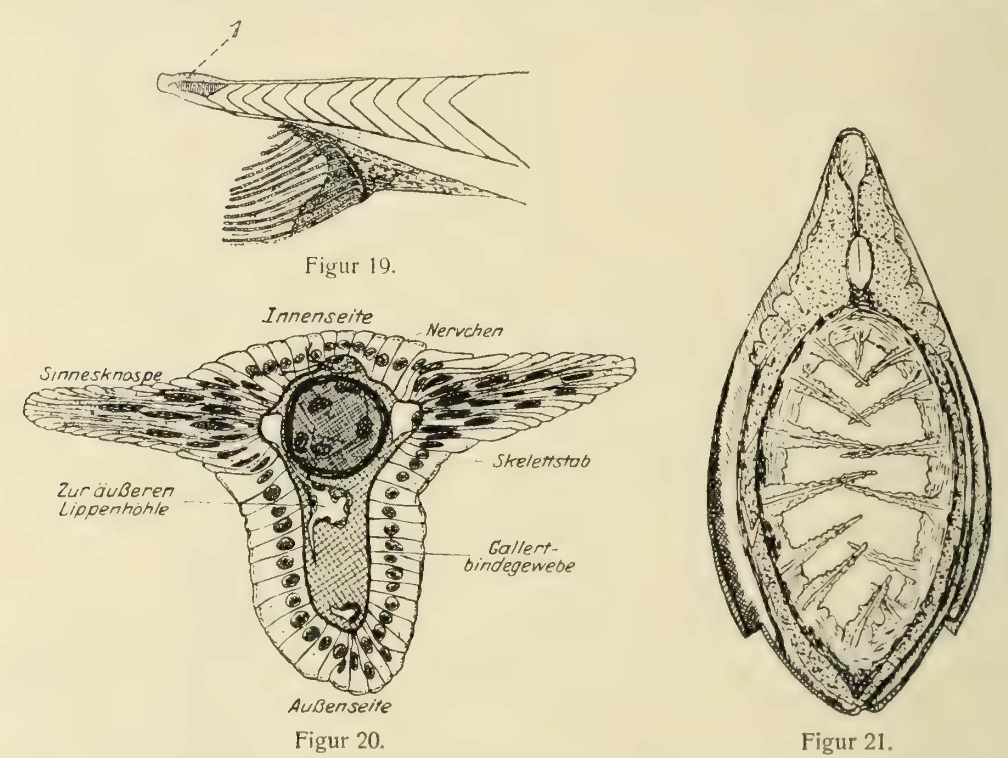
Figur 17. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Präoraltentakel-Kranz, ausgebreitet.* (*1*) Rostralflosse; (*2*) seitliche Sinnespapillen der Tentakel; (*3*) Basalmembran; (*4*) ventrale Medianlinie; (*5*) dorsale Medianlinie. 15-fache Vergrößerung. (Nach Franz)

Die Zirren werden in ihrem basalen Teil durch eine Membran miteinander verbunden und sind entweder nahezu oder vollständig glatt oder mit seitlichen Sinnespapillen versehen (siehe Sinnesorgane). Ihre Zahl nimmt mit zunehmender Größe, also auch zunehmendem Lebensalter des betreffenden Tieres, beträchtlich — bis auf das Doppelte — zu. Diese Zunahme erfolgt in der Regel durch Anreihung neuer Tentakel an die bereits vorhandenen an den dorsalen, freien Enden des Kranzes. Die ventralen, medialen sind also die ältesten. Sie sind auch die größten. Doch sind die unmittelbar an der Medianlinie befindlichen meist etwas kleiner als die benachbarten. In dem Grade der Abnahme der Größe dieser Tentakel gegen die dorsale, vordere »Ansatzstelle« des Kranzes zeigen sich bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten (Figur 17, 18). Im übrigen ist überhaupt der präorale Tentakelkranz in vieler Beziehung sehr variabel: zunächst, was die Form und Länge der einzelnen Zirren anbelangt, auch bei Tieren derselben Art.



Figur 18. Acrania. — *Asymmetron lucayanum* Andrews: *Präoraltentakel-Apparat, ausgebreitet*; Innenansicht. Das Präparat wurde durch Durchschneidung des Rumpfmuskels gewonnen. (*1*) Basalmembran; (*2*) Teile des »Räderorgans«; (*3*) ventrale Mittellinie. 30-fache Vergrößerung. (Nach Franz)

Manche Exemplare besitzen zum Beispiel einen deutlichen, unpaarigen, ventralen Mediantentakel, was irrigerweise als artkonstant angesehen und daher als *Arten unterscheidendes Merkmal* verwertet wurde. Bei anderen sind die beiden, der Medianlinie nächststehenden Tentakel völlig gleich an Länge und Form; und wieder andere zeigen auch darin Unterschiede. Auch die Basalstücke weisen vielfach Unregelmäßigkeiten auf. Manchmal entspringen aus einem 2 Tentakel oder es treten Höcker und andere Formveränderungen auf, die erkennen lassen, daß ihre Gestalt durchaus nicht so fest fixiert ist, wie man früher anzunehmen geneigt war.



Figur 19. Acrania. — *Asymmetron lucayanum* Andrews: *Vorderende mit geöffnetem Tentakel-Apparat*; Seitenansicht. (*1*) Rostralflosse. 10-fache Vergrößerung. (Nach Franz)

Figur 20. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch einen Präoraltentakel* (*Lippententakel*). (Nach Franz)

Figur 21. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Velartentakel-Kranz*, von hinten gesehen. 30-fache Vergrößerung. (Nach Franz)

Was den Bau der Tentakel betrifft, so bestehen sie aus den bereits mehrfach erwähnten, später genauer zu beschreibenden Axialfäden, an die sich an der oralen Seite ein halber Hohlzylinder einer Stützsubstanz dicht anschließt, die wahrscheinlich der Cutis entstammt. Beide Teile werden auch von Cutisgewebe umgeben, im aboralen Teil schließt sich überdies ein Band von Gallertgewebe an. Es liegt unmittelbar einer Lage von dünnen, flachen Zellen auf, die einen in die Tentakel hineinreichenden Abschnitt des Kopfzöloms auskleiden. Überzogen sind die Tentakel natürlich von Körperepithel. Sie sind auch mit Nerven und Blutgefäßen versorgt (siehe diese) (Figur 20).

Velartentakel und Velum

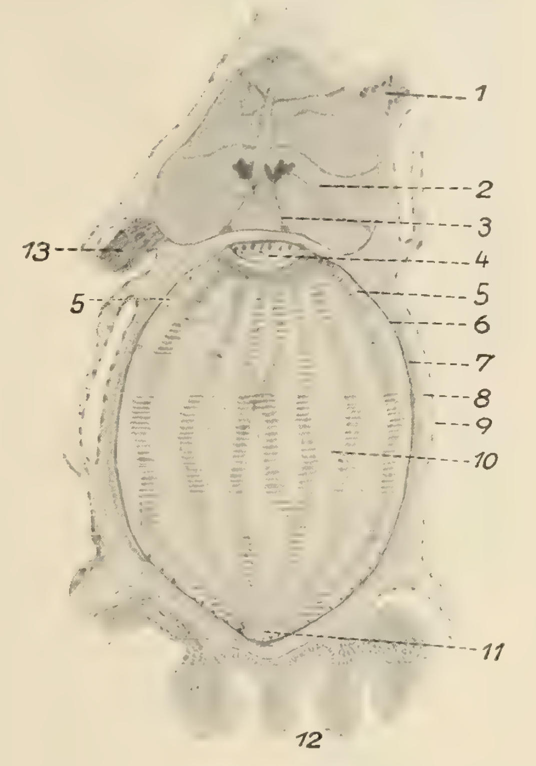
Zu unterscheiden von diesen sind die im Innern des Mundes befindlichen Velartentakel, die am inneren Rande der Velumhinterseite entspringen, auch

Oral-, Intrabukkal-, Bukkaltentakel oder Papillen genannt werden und in Zahl, Stellung (zum Beispiel mittlerer unpaariger Tentakel) und Bau große Übereinstimmungen mit den ersteren aufweisen. Doch sind sie nur kurz gestielt, haben keine Zölomkanäle und an Stelle der chordaähnlichen Skelettachse nur eine solche aus starkem, längsfaserigem Bindegewebe (Figur 21).

Das Velum selbst ist, wie schon sein Name besagt, ein gegen den dem Munde folgenden Darmabschnitt, den Schlundvorhof, leicht kegelförmig hineinragendes, einem Segel vergleichbares Ventil, das an der Hinterseite einen Randring besitzt. Nach Ansicht von Franz ist sein ganzes Epithel ektodermal; es trägt auf der Hinterfläche manchmal schlaffe Geißeln.

Chorda

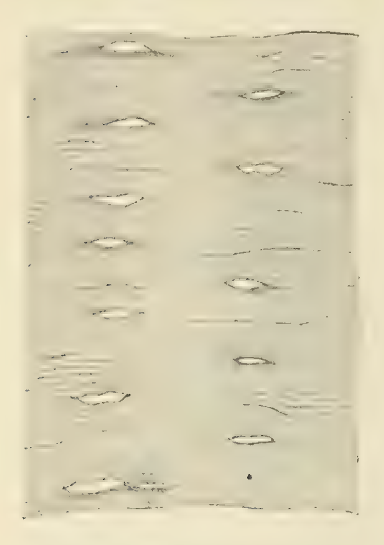
Die Chorda, über deren Bau wir vor allem durch Exners ausführliche Untersuchungen die neuesten genauen Aufschlüsse erhalten haben, ist ein entodermales Gebilde und besteht aus einem bei *den Arten der Gattung Branchiostoma* gegen die beiden Enden hin sich verjüngenden, bei *einigen Arten der Gattung Asymmetron* aber vorn etwas kolbig verdickten, sonst aber ungefähr gleich dicken Stab, der den ganzen Körper durchzieht, im Längsseptum des axialen Bindegewebes (siehe dieses) eingebettet ist und vorn über das Rückenmark hinaus gegen die Körperspitze reicht. Auch über die ersten und letzten Myotome reicht ein Endstück der Chorda hinaus und ist dort auch äußerlich sichtbar (Figur 3). Ihr Querschnitt ist etwa rundlich-elliptisch mit aufrechter Längsachse.



Figur 22. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch den vorderen Teil von Chorda und Rückenmark.* (*1*) dorsaler Spinalnerv; (*2*) Rückenmark; (*3*) Ependymfaser; (*4*) dorsaler Chordaraum, darüber das Müllersche Gewebe und die dorsalen Längsfasern; (*5*) Chordakörperchen, beziehungsweise deren Kerne; (*6*) Elastica interna; (*7*) Chordafaserscheide; (*8*) skelettbildendes Bindegewebe; (*9*) Grenzepithel; (*10*) Chordaplatte (etwas schematisiert); (*11*) ventraler Chordaraum; (*12*) Epithel des Kiemendarmes; (*13*) ventraler Spinalnerv. 120-fache Vergrößerung. (Nach Ebner)

Wir können 2 Teile der Chorda unterscheiden: den eigentlichen Chordakörper und die Chordascheide. Der Chordakörper besteht aus dünnen, senkrecht gestellten, wie eine Geldrolle hintereinander gereihten, kernlosen Platten, den Chordaplatten. Sie haben im allgemeinen elliptische Umgrenzung mit einer leichten Einbuchtung an den beiden Enden der Hauptachse dieser Ellipse, die der Medianebene des Tieres entspricht. Der Rand dieser Plättchen geht direkt über in eine zarte Membran, die sie umgibt, die bereits der Chordascheide zuzurechnende Elastica interna (oder Cuticula chordae). Nur im Bereich der beiden dorsal und ventral gelegenen Einbuchtungen des Plättchenrandes liegen diese

beiden Elemente nicht aneinander an, sondern geben je einem langgestreckten, röhrenartigen Längsraum Platz, der dorsalen und ventralen Chordaröhre, die also auf der einen Seite von der Elastica interna, auf der anderen von dem Plattenrand begrenzt wird. Beide sind mit einer Masse körnigen, von rundlichen Hohlräumen durchsetzten Plasmas erfüllt, in dem zahlreiche Kerne liegen. Diese Röhren haben ungefähr querlinsenförmigen Durchschnitt.



Figur 23. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Chordascheide aufgeschnitten und auseinandergeklappt.* Die Löcher der blindsackartigen Ausstülpungen sind als weiß gelassene Linsen sichtbar. (Nach Ebner)

Rechts und links von der Medianlinie bildet die Elastica interna je 1 Längsreihe von blindsackartigen Ausstülpungen, die mit ihrem blinden Ende dem Rückenmark dicht anliegen und von denen etwa 10 auf je 1 Myotom zu zählen sind. Diesen Ausstülpungen, die in den beiden Reihen nicht gegenübergestellt sind, sondern wie Myotome, Nerven und Gonaden alternieren (allerdings unregelmäßig), entsprechen Löcher von schmal querlinsenförmiger Gestalt (Figur 23), in der sich außen an die Elastica interna dicht anschließenden Chordafaserscheide, die im übrigen in gleichmäßiger Dicke die Chorda umgibt und ihrerseits von dem skelettbildenden Gewebe, das ihr innig aufliegt, umhüllt wird. An dieses schließt sich dann außen eine dünne Grenzschicht an (siehe das schematische Bild in Figur 25).

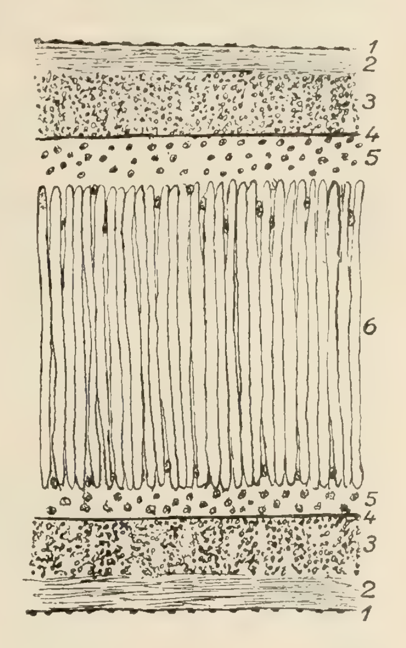
Schließlich sei erwähnt, daß nach den neuesten Beobachtungen von Franz die Chorda im hinteren, myotomfreien Teil kurz vor ihrer äußersten Verschmälerung von einem kleinen dorsomedialen Lumen durchzogen wird (siehe Figur 24). In diesem Teil der Chorda fehlt nach ebendiesem Autor ventrales Müllersches Gewebe (siehe dort), während die Zellen des dorsalen Müllerschen Gewebes mehr oder weniger plattenartig entwickelt erscheinen.



Figur 24. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Chorda im Gebiet der 2 letzten Myotome.* (*1*) Lumen der Chorda. (Nach Franz)

Wenn wir nun den feineren Bau aller dieser Teile betrachten und uns zunächst dem eigentlichen Chordakörper zuwenden, so finden wir, daß die einzelnen Chordaplatten, die man durch Mazeration in Wasser leicht isolieren kann, aneinander liegen, ohne daß zwischen ihnen, abgesehen von einer den sehr engen Zwischenspalt erfüllenden Flüssigkeit und den später zu erwähnenden Zellen, irgendeine sie zusammenhaltende Kittsubstanz vorhanden wäre. Unter den Plättchen selbst jedoch sind zweierlei Arten zu unterscheiden: Faserplättchen und homogene Plättchen, die miteinander abwechseln, so daß jeder Faserplatte eine homogene anliegt. Die Faserplättchen bestehen aus feinen Transversalfasern, die an dem dorsalen und ventralen Plattenausschnitt eine leichte Krümmung besitzen und aus alternierend differenten Gliedern bestehen,

die den Fibrillen quergestreifter Muskelfasern ähnlich sehen, ohne jedoch zu ihnen irgendwelche Beziehungen zu haben. Sie bilden (bei *Branchiostoma lanceolatum*) 6- bis 12bogige, zickzackförmig in dorsoventraler Richtung verlaufende Streifen, deren Anzahl mit zunehmender Größe des Tieres steigt und an den Enden der Chorda etwas abnimmt. Die färbbaren Elemente dieser Fasern sind positiv 1achsig doppelbrechend, die nicht färbbaren isotrop. Der Wechsel von doppelt- und einfachbrechenden Faserabteilungen fällt in den einander folgenden Plättchen fast genau übereinander. Die Fasersubstanz ist weder leimgebend noch elastisch. Die homogenen Platten sind stets viel dünner als die Faserplatten und weisen keinerlei Struktur auf. Nach Krause wird jede Platte von einem Netzwerk feiner Fibrillen überzogen. Die beiden Chordaräume, sowohl der dorsale wie der ventrale, die beide als intrachordale Lymphräume zu bezeichnen sind, werden durch Zellen des Müllerschen Gewebes ausgekleidet, von dem später die Rede sein soll. Unter dem Müllerschen Gewebe enthalten die Chordaräume Fasern, die sich teils an die Chordaplatten anlegen, teils aber auch völlig unabhängig von diesen verlaufen. Sie bilden 2 Systeme von Längsfasern, von welchen das eine an der Dorsalseite, das andere an der Ventralseite der Chorda knapp an dem Innenrande der Elastica interna verläuft: das Ligamentum longitudinale internum oder das dorsale und ventrale Längsfasersystem, von denen das erstere bedeutend stärker als das letztere ist. Dieses wurde daher auch sehr lange übersehen. Das dorsale Längsfasersystem nimmt fast die ganze Breite der Dorsalwand des Chordarohres ein und reicht bis an den medialen Rand der Ausstülpung der Elastica interna. Die Fasern sind rein längsverlaufende, ganz gerade, gestreckte, dünne Fäden. Sie liegen zwar der Innenseite der Elastica interna dicht an, treten aber in die Löcher der Chordascheide nicht ein.



Figur 25. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *schematischer Medianschnitt durch die Chorda.* (*1*) Grenzschicht; (*2*) skelettführendes Bindegewebe; (*3*) Chordafaserscheide; (*4*) Elastica interna; (*5*) dorsaler beziehungsweise ventraler Chorda-Raum mit Müllerschem Gewebe; (*6*) Chorda-Platten. In Schicht (*5*) sind nur die Zellkerne gezeichnet. (Original)

Das bereits erwähnte Müllersche Gewebe, das auch die beiden Chordaräume durchsetzt, hat insbesondere im ventralen Teile rundliche Hohlräume, die aber nicht durch Membranen begrenzt sind, also nur Vakuolen darstellen und von demselben feinkörnigen Plasma umgeben sind, wie die Zellkerne. Auch das Müllersche Gewebe ist im dorsalen Teil etwas stärker entwickelt. Es legt sich der Innenseite der Längsfasern des Chorda-Rohres dicht an und ist von zahlreichen Zellkernen durchsetzt. Dieses von Kernen durchzogene »Plasmanetz«, das *den Amphioxus von den übrigen Chorda-Tieren unterscheidet*, gibt aber auch gegen das Innere des Chordaraumes hin Fortsätze ab, ohne bei großen Tieren im dorsalen Raum den konkaven Rand der Chordaplatten gewöhnlich zu erreichen. Seitlich setzen sich die Plasmanetze mit ihren Kernen auf die Oberfläche der

Faserbündel in den Ausstülpungen der Elastica interna fort, die in die Löcher der Chordascheide eindringen und auf die Fasern, die im Anschluß an die Chordaplatten den dorsalen Chordaraum frei durchsetzen. Auch noch weiter seitlich sind kernhaltige Plasmakörper zwischen den Chordaplatten an den Ansatzpunkten an die Elastica interna zu finden. Aber auch weiter gegen das Zentrum zu schalten sich ganz dünne Blättchen körniger Plasmasubstanz hier und da zwischen die Platten ein; insbesondere ventralwärts ziehen sich diese Einschaltungen noch tief gegen die Mitte der Platten hin. Das gilt von den Verhältnissen bei den erwachsenen Tieren, bei denen also die zelligen Bestandteile größtenteils zwischen den Randteilen der Platten dorsal und ventral liegen, während sich bei jungen Exemplaren die Zellkerne viel mehr zerstreut auch zwischen den Platten selbst im zentralen Teil derselben finden.

Diese zelligen Elemente der Acranier-Chorda, die mit dem Namen Chordakörperchen bezeichnet werden, lassen sich denen des fibrillären, lamellären Bindegewebes vergleichen. Die protoplasmatischen Zellen werden von keiner geschlossenen Membran umgeben, sondern stellen netzartig verbundene oder platte, anastomosierende, nackte, kernhaltige Plasmakörper vor.

Diese persistierenden Verhältnisse der *erwachsenen Acranier* entsprechen vielfach *Jugendstadien der niederen Vertebraten*, zeigen also, daß die Chorda der Acranier einem frühen Stadium der niederen Vertebraten entspricht.

Eine Differenzierung in der Entwickelung tritt dadurch ein, daß bei *den Vertebraten* die Vakuolisierung der Zellsubstanz sich in eine Membranbildung um die Zellkörper fortsetzt, während sie bei *unseren Tieren* mit dem Auftreten der Chordaplattenbildung zusammenhängt.

Die schon mehrfach erwähnten Löcher im dorsalen Teil der Chordafaserscheide, die an den seitlichen Winkeln des dorsalen Chordarohres münden und von Ausstülpungen der Elastica interna ausgekleidet sind, werden gleichfalls von einem Pfropf von Fasern erfüllt. Sie scheinen von dem Blindsack der Elastica interna zu entspringen, der diese Löcher gegen das Rückenmark schließt, und legen sich an die Fasern des halbmondförmigen dorsalen Ausschnittes der Chordaplatten am anderen Ende sehr innig an, sind mit diesen aber nicht identisch, sondern viel zarter und reagieren auf Färbungen anders. Der Durchtritt von Elementen des Rückenmarkes durch diese blindsackartigen Ausstülpungen in das Bereich der Chorda wird von der Mehrzahl der neueren Beobachter bestritten.

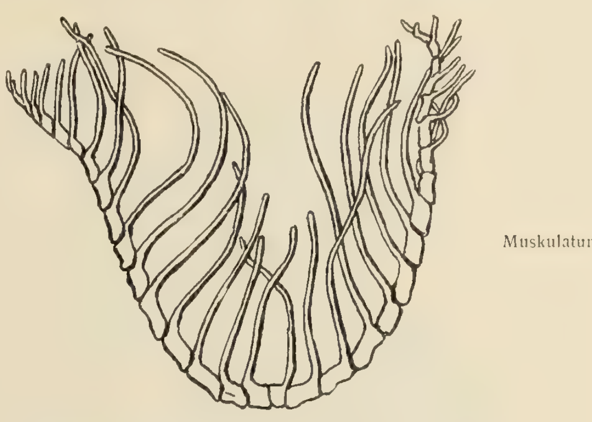
Chordascheide

Die Chordascheide (»perichordale Lage« nach Schneider) besteht in ihrer innersten Schicht aus der bereits mehrfach erwähnten Elastica interna, der nach außen dann die Chordafaserscheide folgt, eine zellenlose Hülle, die innig mit dem ihr aufgelagerten skelettbildenden Gewebe zusammenhängt, aber doch eine selbständige Scheide der Chorda darstellt. Sie besteht nur aus zirkulär verlaufenden Faserbündeln, die keine Kreuzung aufweisen; desgleichen sind auch keine Längsfasern vorhanden. In dieser Scheide finden sich (Figur 23) nebst den bereits erwähnten großen Löchern überall feine Spalten, die die Bündel der Faserscheide voneinander sondern. Ob die Chordafaserscheide von der Chorda oder vom skelettbildenden Gewebe abstammt, ist nicht entschieden. Ihre Elemente dürften leimgebend sein. Die Fasern der ihr aufliegenden skelettbildenden Schicht hängen direkt mit ihnen zusammen und sind stellenweise mit ihnen

verwachsen. Eine Elastica externa, die sich zwischen beide schieben würde, besteht nicht. Nach dem Stande der neuesten Untersuchungen ist das Plattenepithel der Acranier-Chorda derjenige Teil von ihr, der mit der *Chorda der Vertebraten* zu homologisieren ist.

Andere Stütz-elemente

Wie bereits bei der Darstellung der Präoraltentakel erwähnt worden ist, werden diese durch einen eigenen, knorpelartigen Stützapparat versteift, der aus einem dünnen, aus einem kurzen Basalstück sich erhebenden Stab besteht. Der Bau dieses Stützgerüstes hat sehr viele Ähnlichkeit mit der Chorda. Auch er besteht aus geldrollenartig hintereinandergereihten Plättchen kernhaltiger Zellen, die sich quer durch den ganzen Stab erstrecken und deren Protoplasma sehr starke Vakuolisierung zeigt. Dieser »Kern« des Stabes wird durch eine dicke äußere Hülle umschlossen, die, allerdings im Gegensatz zur Chordascheide, aus den zentralen Zellen durch Ausscheidung gebildet wird. Über seine Abstammung herrschen verschiedene Ansichten.



Figur 26. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *freipräpariertes Gerüst des Präoraltentakel-Apparates.* Die Vorderenden sind beim Präparieren weit auseinandergebogen. (Nach Lönnberg)

Muskulatur

Die Muskulatur der Acranier besteht aus (1) den großen Seitenrumpfmuskeln (lateralen Rumpfmuskeln), (2) den Bauchmuskeln (Pterygialmuskeln), (3) den Muskeln der Oraltentakeln und ihrer Peripherie (Oralmuskeln), (4) den Muskeln des Velartentakelringes (Velarmuskeln), (5) den Muskeln des Kiemenapparates (Branchialmuskeln), (6) den Schließmuskeln des Afters (sphincter ani) und (7) außerdem aus einzelnen kleinen Muskelelementen in den Gonaden (siehe dort). — Den Seitenrumpfmuskeln gegenüber, die die weitaus größte Muskelmasse darstellen und als Stammmuskeln zu bezeichnen sind, bilden die übrigen Muskeln die Viszeralmuskulatur des Tieres.

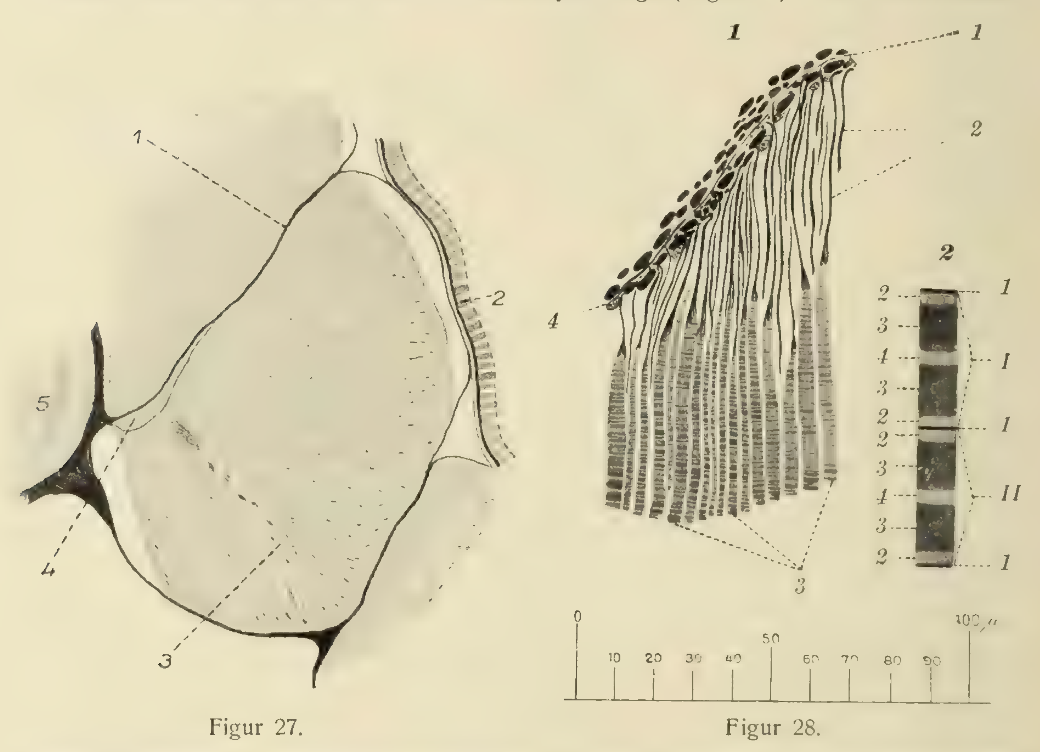
Die Seitenrumpfmuskeln, die besonders eingehend von Studnička untersucht worden sind, bilden sich, wie durch Hatschek erwiesen wurde, im Urwirbel (Episomit, siehe dort), und zwar aus dem eigentlichen Muskelblatt (der medianen Wand des Myozöls) und dem Faszienblatt (der lateralen Wand des embryonalen Sklerozöls). Die weitere Entwickelung des Muskels erfolgt ausschließlich durch das Muskelblatt, während das Faszienblatt ganz zurücktritt. Bei *jungen Tieren* ist es noch als dünne Membran an der Oberfläche der Myomeren sichtbar, verschmilzt später aber mit dem Muskel oder löst sich auf und die fertige Myomere hat an ihrer Innenseite ein Sarkolemm von genau demselben Aussehen wie an der Oberfläche.

Während die gesamte larvale Muskulatur, also auch die sich entwickelnden Seitenrumpfmuskeln, nach van Wijhes Untersuchungen glatt sind, zeigen die letzteren im erwachsenen Zustande, nach Studnička aber auch schon beim jungen Tier, sehr deutliche Querstreifung.

Sie werden aus hohen, nach hinten winkelförmig geknickten Myomeren zusammengesetzt, die einheitlich, das heißt, nicht durch Bindegewebe in kleinere

Teile geteilt sind und als Ganzes im allgemeinen den Myomeren der Cranioten entsprechen und in ihrer Anordnung insbesondere Übereinstimmung mit denen der Fische aufweisen.

Die einzelnen Myomeren werden aus parallel gestellten, longitudinal durch die ganze Länge eines Segmentes verlaufenden dünnen Blätter von Myofibrillen gebildet. Sämtliche »Fibrillenblätter« desselben Segmentes (Myomers) folgen gleichmäßig aufeinander und verlaufen radiär vom Körperrand gegen die Chorda zu. Die Muskeln schlagen sich ferner in jedem Segment ventral scharf in spitzem Winkel gegen die Chorda zu um und bilden so eine Falte, deren innere Schicht wieder bis nahe an die Chorda emporsteigt (Figur 27). Es ist demnach



Figur 27. Figur 28.

Figur 27. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch ein Muskelsegment eines Tieres von 4,8 cm Länge.* Die Querschnitte der motorischen Nervenfasern sind als Striche zwischen den grauen Muskelblättern eingezeichnet. Die feinen, punktförmigen Querschnitte in der Mittellinie zwischen den Muskelblättern sind die sensiblen Nervenfasern. (*1*) Ligamentum intermusculare; (*2*) Epidermis; (*3*) Bindegewebsseptum mit dem ventralen Nerven; (*4*) dorsale Nervenwurzel; (*5*) Chorda dorsalis. (Nach Boeke)

Figur 28. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas). ***1**, Muskelplatte aus einem Myomer der Parietalmuskulatur.* (*1*) Myoseptum; (*2*) Sehnen der Muskelsäulchen; (*3*) Muskelsäulchen; (*4*) Kerne des Myoseptums. ***2**, Schema der Querstreifung eines Muskelsäulchens.* (*I, II*) Muskelfächer. (*1*) »Z-Streifen«; (*2*) schmale, einfach brechende Scheibe; (*3*) breite, doppelt brechende Scheibe; (*4*) schmale, einfach brechende Scheibe. (Nach Krause)

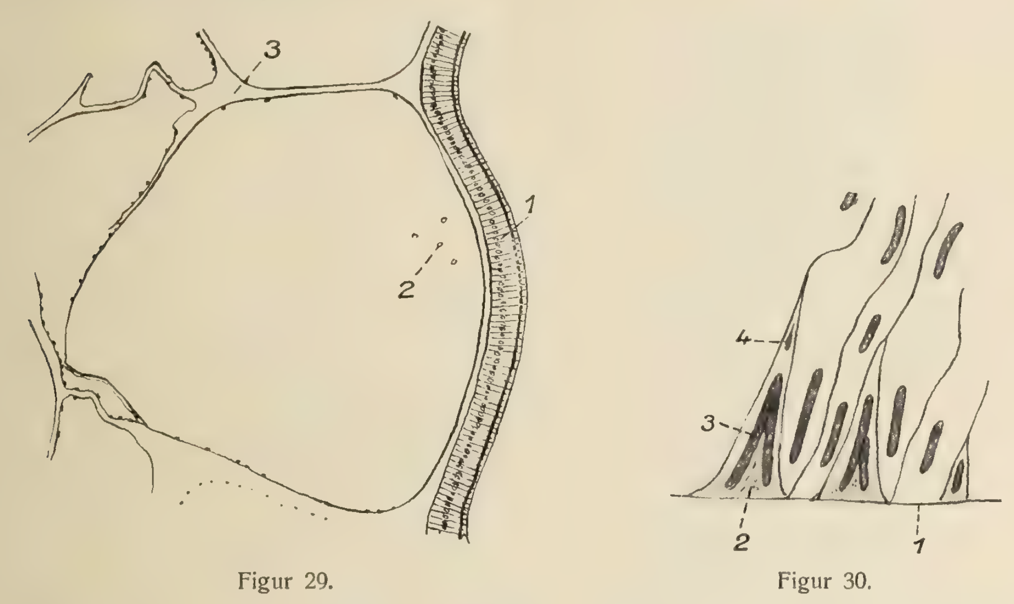
ein äußerer Teil (äußere Schicht: Musculus longus dorsi) und ein aus diesem durch Auswachsen entstandener innerer Teil (innere Schicht: Musculus rectus abdominis) zu unterscheiden. Ausgenommen von dieser Faltung sind nur die vordersten und die hinter der Analöffnung liegenden Myomeren, die einheitlich sind.

Auch die Fibrillenplatten dieser ventralen Innenschicht verlaufen von innen und unten gegen außen und oben und schließen mit denen der äußeren Schicht

einen schmalen, spitzwinkeligen Zwischenraum ein, der durch ein bindegewebiges Längsseptum erfüllt wird. Dieses enthält auch den Nerv für den Muskel (Figur 27).

Voneinander sind die Myomeren durch dünne, blattartige Myosepten getrennt, an die sich in der dorsalen Hälfte des Muskels die Septenflügel anschließen. Sie dienen der Verfestigung der Myosepten und der Vergrößerung der Muskelansatzfläche.

Lateral vom Muskel befindet sich eine schmale, mit Lymphe gefüllte Spalte, die dem embryonalen Myozöl entspricht, median eine andere, das Sklerozöl. Beide sind in den terminalen Myomeren verhältnismäßig größer; nur in den allerletzten fehlt das Sklerozöl gänzlich.



Figur 29. Figur 30.

Figur 29. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die Myomere eines erwachsenen Tieres*, Lage und Zahl der Zellkerne im Muskel zeigend. Die Muskelfasern sind nicht eingezeichnet. (*1*) Integument; (*2*) Kerne; (*3*) Myoseptum. (Nach Studnička)

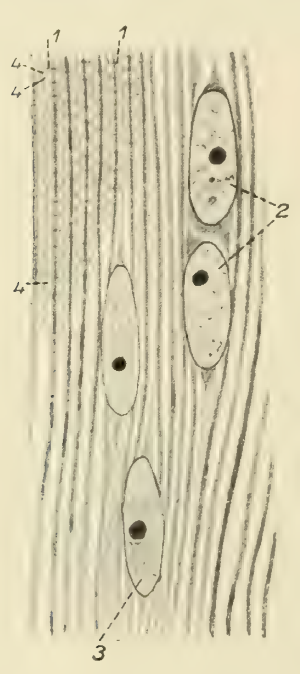
Figur 30. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Partie der äußeren Oberfläche einer Myomere von einem 15 mm langen Tiere.* (*1*) Sarkolemm; (*2*) plasmareiche Randzone; (*3*) V-förmig gespaltene Septenfasern (Septenbänder nach Studnička); (*4*) Neuanlage einer Muskellamelle. (Nach Studnička)

Bei *jungen*, noch wachsenden *Tieren* vermehren sich hier, also in den terminalen Teilen, die Myomeren bis zur endgültigen Anzahl.

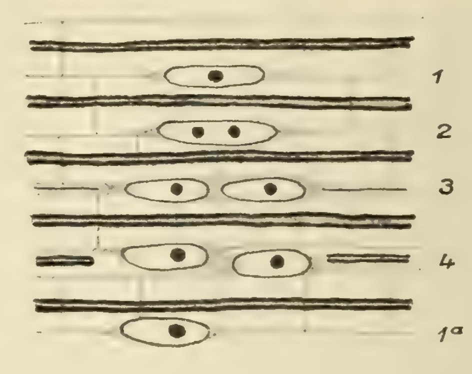
Jede Myomere besteht, wie hauptsächlich Grenacher nachgewiesen hat, aus sehr dünnen, von einem Myoseptum zum anderen reichenden Lamellen, den schon erwähnten Fibrillenplatten, die in ihrem bereits dargestellten Verlauf vielfach gebogen sind. Diese Lamellen bestehen ihrerseits wieder aus flachen Fäserchen, die mit der Achse des Tieres parallel verlaufen und mit der schmalen Seite ganz dicht aneinanderliegen: den Muskelfibrillen, die aber vielfach miteinander anastomosieren. Ihre Breite ist in einem und demselben Querschnitt einer Myomere ungefähr gleich. Sie wird geringer in der Nähe der Myosepten und der äußeren Oberfläche der Myomere. Das Vorhandensein dieser Fibrillen wird von manchen, insbesondere älteren Autoren bestritten, die die Muskellamellen als unterste Einheit der Myomere hinstellen.

Sowohl Muskellamellen wie Fibrillen sind nackte, vor allem aus kontraktiler Substanz bestehende, flache Gebilde, die mit den flachen Muskelsäulchen *vieler Insecten und Teleosteer* verglichen werden können, jedoch keine einfachen Gebilde sind, sondern Doppelblätter und Doppelbänder beziehungsweise Doppellamellen und Doppelfibrillen. Sie bestehen aus 2 stark lichtbrechenden, sich stärker färbenden Schichten oder Blättern kontraktiler, quergestreifter Substanz und einer dazwischen liegenden, homogenen, jedenfalls nicht kontraktilen Schicht. Bei *jungen Tieren* finden sich aber auch einfache Lamellen und Fibrillen.

Die eben erwähnte Querstreifung der kontraktilen Schichten korrespondiert in den nebeneinanderliegenden Fäserchen einer Lamelle. Die kontraktile Substanz dürfte nicht homogen sein, sondern ihrerseits wieder aus ganz kleinen Muskelsäulchen sich aufbauen, was aus ihrer Spaltbarkeit und der Art und Weise ihres Ansatzes an die Myosepten geschlossen worden ist.



Figur 31.



Figur 32.

Figur 31. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Muskelkörperchen aus der Myomere eines erwachsenen Tieres.* (*1*) Telophragmen; (*2*) Muskelkörperchen in Teilung; (*3*) Muskelkörperchen; (*4*) Sarkosepten. (Nach Studnička)

Figur 32. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *schematische Darstellung der Vermehrung der Muskelkörperchen.* (*1 bis 4*) verschiedene aufeinanderfolgende Stadien dieser Vermehrung; (*1a*) Muskelkörperchen nach vollendetem Vermehrungsprozeß. (Nach Studnička)

Bei *wachsenden Tieren* finden sich an der äußeren Oberfläche der Myomeren zahlreiche größere Fäserchen (Fibrillen), die sogenannten Septenfäserchen, die durch eine V-förmige Aufspaltung am Rande kenntlich sind und beim Wachstum des Muskels durch Vermehrung der Muskellamellen eine Rolle spielen (Figur 30).

Die Muskellamellen liegen nirgends unmittelbar aufeinander, sondern haben zwischen sich Lücken, die ein ganz feines protoplasmatisches, vornehmlich zur Verbindung der Muskelblätter untereinander dienendes Gerüst enthalten, das aus sehr feinen, 6kantigen Blättchen besteht (siehe Figur 31). Die 2 Querblättchen dieser Hexagone gehen durch die kontraktile Muskelsubstanz hindurch (Telophragmen nach Studnička), die übrigen Blättchen (Sarkosepten) liegen zu beiden Seiten der Muskelblätter.

Manchmal — wenn sich nämlich neue Muskellamellen in dem betreffenden Bereich anlegen — treten an Stelle der Sechsecke Vierecke. Franz spricht die Vermutung aus, daß es sich bei diesem interstitiellen Gerüst möglicherweise um ein Kunstprodukt handeln könnte.

Die Sarkosepten verbinden, durch die ganze Breite der Myomere reichend, das äußere mit dem inneren Sarkolemm. Ihre Dicke wächst nicht mit zunehmendem Alter des Tieres. Sie stellen also in Verbindung mit den an Bedeutung viel geringeren Telophragmen ein für die Festigung der Muskelsubstanz bestimmtes Muskelgerüst vor, in dem die Muskellamellen aufgehängt erscheinen, und können als flache Muskelzellen, Muskelkästchen bezeichnet werden.

Diesen Beobachtungen entsprechend leugnet Studnička die von verschiedenen Autoren ausgesprochene, ziemlich allgemein herrschende Ansicht, daß der Muskel der Acranier ein aus Zellen zusammengesetztes Gewebe sei und begründet dies vor allem mit dem Fehlen eines Zellkernes und eines genügend ausgebildeten Sarkoplasmas in den Muskelkästchen (Figur 32).

Die Sarkosepten vermehren sich durch Spaltung und es entstehen in ihnen neue Muskelblätter. Außer dem Muskelgerüst findet sich in den interstitiellen Lücken des Muskels noch ein weiches, feines, nicht homogenes, sondern etwa spongiöses Protoplasma, das eigentliche Sarkoplasma des Muskels, das die Kerne in sich schließt und auch unter dem äußeren und inneren Sarkolemm in verhältnismäßig geringer Menge vorkommt, dagegen an der Grenze zwischen der Muskelsubstanz und dem Bindegewebe der Myosepten und Septenflügel fehlt. An den Kontraktionserscheinungen ist das Sarkoplasma nicht beteiligt.

Der Seitenrumpfmuskel gehört demnach zu den sarkoplasmaärmsten Muskeln.

Dicht neben den Muskellamellen liegen in den Lücken des Muskelgerüstes schließlich auch noch zahlreiche interstitielle Körnchen (Sarkosomen), Kügelchen, die den flachen Seiten der Muskellamellen aufgeklebt erscheinen, aber auch im Randsaum, insbesondere in den V-förmigen Aufspaltungen sich finden.

Ihre Längsachse ist der Längsrichtung der Muskellamellen, zwischen denen sie liegen, parallel.

Die Zellkerne der Myomeren sind große, zwischen den Muskellamellen eingelagerte, dem Sarkoseptum angehörige, bläschenförmige, lang elliptische Gebilde mit feinem Kerngerüst, verhältnismäßig wenig Chromatin und einem, manchmal auch 2 großen, kugelförmigen, kompakten Nukleolen. Durch ihre Größe und Gestalt unterscheiden sie sich von den kleineren, rundlichen, nukleolenlosen, aber chromatinreicheren Kernen der Myosepten (Figur 33).

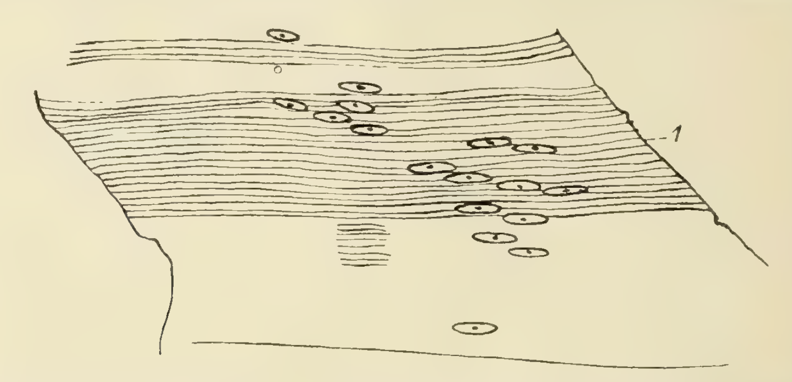
Sie liegen nicht regelmäßig verteilt in der Muskelsubstanz, sondern nahe dem mittleren Teil der lateralen Oberfläche der Myomeren, ähnlich wie beim embryonalen Muskelepithel. In der inneren Muskelschicht liegen die Kerne an der inneren, median gewendeten Oberfläche.

Sonst ist der Muskel zellkernfrei. Sein Kernsubstanzinhalt bleibt auch während des Muskelwachstums ziemlich gleich. Dieser Bau, bei dem die Menge der Kernsubstanz gegenüber der Muskelsubstanz außerordentlich zurücktritt hat Ähnlichkeit mit dem bei *Cestoden* und *Trematoden*. Jedenfalls kann die kontraktile Substanz auch ohne direkte Beihilfe des Kernes Arbeit verrichten (Figur 29).

Bei den *Larven und jungen Tieren* kommt auf je einen Kern eine Muskellamelle, bei *älteren Tieren* verringert sich diese Kernzahl verhältnismäßig. An

beiden Enden des Kerns lagert sich in etwa kegelförmiger Anhäufung das weiche, gekörnte Sarkoplasma an, das »Muskelkörperchen«, das ganz allmählich in das festere homogene der Sarkosepten übergeht. Die Muskelkörperchen sind als Zellen anzusehen, denen gegenüber die übrige Substanz des Muskels als extrazellulär zu betrachten ist (Studnička bezeichnet allgemeiner den Muskel als ein Syncytium oder Symplasma).

Die Muskelkörperchen vermehren sich durch Teilung zugleich mit den zugehörigen Sarkosepten derart, daß dann jeder Teil in einer der benachbarten



Figur 33. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Teil aus einem Sagittalschnitt durch die Myomere eines etwa 20 mm langen Tieres,* die Lage der Zellkerne und ihre Zahl zeigend. (*1*) Myoseptum. (Nach Studnička)

Sarkosepten liegt. Daher sind die benachbarten Zellkerne immer abwechselnd gegeneinander etwas verschoben.

Der Muskel erhält, wie aus den Beobachtungen Hatscheks hervorgeht, schon sehr früh, da auch schon bei Larven nur mehr sehr wenig Protoplasma zu finden ist, seine endgültige, charakteristische Struktur durch Übergang aus dem zellulären in den symplasmatischen Zustand.

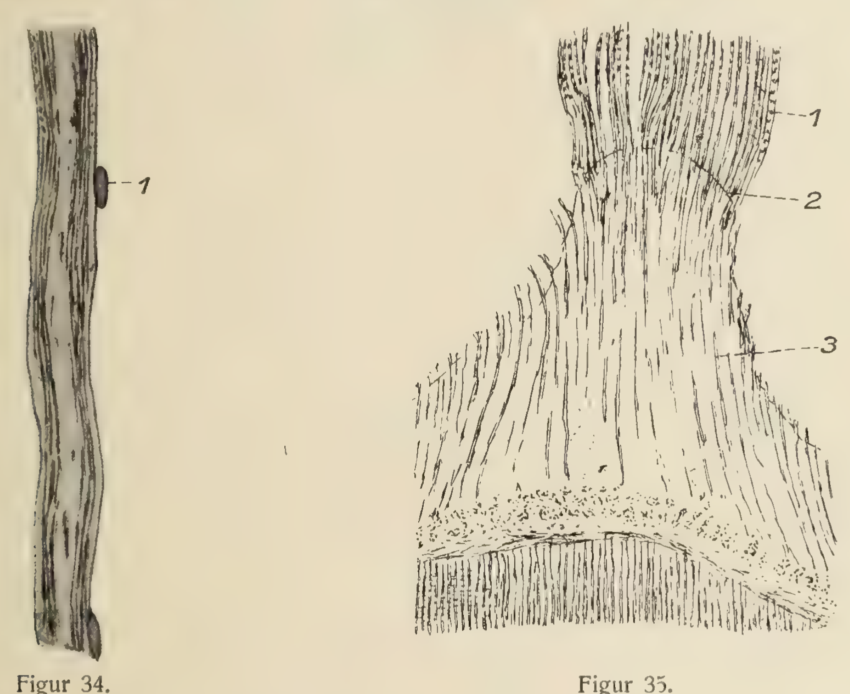
Die Myomere wächst mit der Entwickelung des Tieres nach allen 3 Richtungen des Raumes. Das Breitenwachstum dürfte durch Teilung der allerfeinsten Muskelelemente, der Muskelfäserchen, erfolgen, die insbesondere gegen den inneren, chordawärts gelegenen Rand der Myomere vor sich geht und worauf ein in-die-Tiefe-Rücken der Kerne von der Oberfläche gegen das Innere der Myomere bei zunehmendem Wachstum deutet.

Das Längenwachstum der Myomeren erfolgt allem Anschein nach durch Anlagerung neuer Myocommata an den beiden Enden, dort, wo sie sich mit dem Bindegewebe der Myosepten verbinden.

Schließlich erfolgt aber auch eine bedeutende Vermehrung der Muskellamellen in der dorsoventralen Richtung. Im äußeren Muskelblatt beträgt zum Beispiel die Anzahl der Muskellamellen bei der *Larve von Branchiostoma lanceolatum* im Stadium der 1. Kiemenspalte etwa 12, beim *erwachsenen Tier* dagegen mehrere Tausend.

Die bereits erwähnte Tatsache, daß sich zwischen den gewöhnlichen doppeltblätterigen Fasern, insbesondere bei *jungen Tieren*, vielfach einfache finden, das Vorhandensein der V-förmig gespaltenen Randfibrillen, die Septenfäserchen (Septenbänder nach Studnička), die das Sarkolemm zum Unterschied von den

anderen lateral berühren, und schließlich die Teilungsvorgänge an den Kernen geben einen Hinweis auf die Art, wie diese Vermehrung vor sich geht. Insbesondere die zweiterwähnte Erscheinung läßt darauf schließen, daß die Spaltung der Muskellamellen vom Rand aus erfolgt, und zwar in der Weise, daß sich, an ein Septenband gegen das Innere der Myomere anschließend, weitere, zunächst dünne Muskelfäserchen bilden. Das Sarkoseptum spaltet sich dann. Die neue Muskellamelle befindet sich zwischen den durch Teilung entstandenen, zuerst ganz nahe aneinanderliegenden, dann weiter auseinanderrückenden Tochtersepten.



Figur 34. Figur 35.

Figur 34. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch das Myoseptum eines erwachsenen Tieres.* (*1*) Kern. (Nach Studnička)

Figur 35. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Kante eines Myoseptums des erwachsenen Tieres am Übergang zum Septenflügel.* (*1*) Muskelfasern (Muskelbänder nach Studnička); (*2*) Grenze der Myomere; (*3*) Bündel von Bindegewebsfibrillen; man sieht den direkten Übergang der Muskelfasern in die Bindegewebsbündel. (Nach Studnička)

Die Myomere ist lateral dort, wo sie an das schmale Myozöl anstößt, das sich zwischen ihr und dem Cutisblatt der Epidermis befindet, durch ein feines Sarkolemm (siehe Figur 18) begrenzt: eine dünne, strukturlose Membran ohne Kerne, die innen mit den Sarkosepten zusammenhängt und auch dem Muskelgerüst zuzurechnen ist, dessen äußere Umgrenzung sie bildet.

Mit den Muskellamellen hängt dieses Sarkolemm nirgends zusammen (ausgenommen die Septenfäserchen des *jungen Tieres*). Hier und da biegt es sich sackförmig in die Myomere ein.

An der medianen, »inneren« Oberfläche wird die Myomere in ihrem oberen Teile teilweise von den Septenflügeln bedeckt; zwischen ihnen ist sie gleichfalls von einem Sarkolemm umgeben, das dem der lateralen Umgrenzung gleicht.

Während bei *jungen Tieren* an der Innenseite noch das Faszienblatt als eine ganz dünne, dem Myozöl dicht anliegende Membran mit spärlichen Zellkernen

vorhanden ist, verschwindet es beim *erwachsenen Tier* vollständig und die Myomeren werden auch hier bloß vom Sarkolemm eingehüllt, das sich an der Innenseite bloß mit den Sarkosepten verbindet, da ja hier auch bei *jungen Tieren* keine Septenfäserchen vorkommen.

Auch da ist also der Muskel, wie Studnička sagt, ganz »nackt«.

Auch die mediane Oberfläche der Myomere grenzt an einen ziemlich geräumigen, spaltförmigen Lymphraum, das Derivat des larvalen Sklerozöls, das seinerseits wieder, so wie der laterale Lymphraum vom Cutisblatt, median von dem flachen skelettogenen Blatt des Sklerotoms begrenzt wird.

Die Begrenzung gegen die schmale Spalte, durch die das innere und äußere Muskelblatt voneinander getrennt werden, erfolgt ebenfalls durch ein gleiches Sarkolemm.



Figur 36. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Kante des Myoseptums eines erwachsenen Tieres* mit eingezeichneten Zellkernen. (Nach Studnička)

Nur dorsal hängt die Myomere mit dem Bindegewebe des übrigen Körpers durch ein mesenteriumartiges, enges Bändchen zusammen, das sich an die Muskelsubstanz anschließt.

Vorn und hinten wird, wie schon erwähnt, jede Myomere durch das Myoseptum begrenzt. Diese Myosepten sind dünne Schichten fibrillären Bindegewebes ohne Zellen oder Zellkerne im Inneren. Die letzteren liegen in weiten Abständen voneinander an den beiden Oberflächen der Septen und gehen außen in das Epithel des Cutisblattes, innen in das des Sklerotoms über.

Lateral geht das Myoseptum in die innere Faserlage des subkutanen Bindegewebes, median in das periaxiale Bindegewebe über. An diesen Stellen ist das Septum dicker als in seinen übrigen Teilen.

Die Myomerenanlagen dürften in den *Larvenstadien* durch ganz dünne Zellbrücken verbunden sein, aus denen dann die Myosepten hervorgehen. Ihre erste Anlage ist jedenfalls protoplasmatisch; sie sind keinesfalls als eine von den Myomeren ausgeschiedene, fibrillenbildende Sekretschicht anzusehen. Zwischen den zu den Muskellamellen laufenden Bindegewebsfasern des *erwachsenen Tieres* ist eine dünne Schicht interfibrillärer Substanz — eine Gallertschicht — vorhanden. Die Bindegewebsfasern vermehren sich offenbar durch Längsspaltung und wahrscheinlich auch durch Differenzierung neuer Fasern aus dieser gallertigen Grundsubstanz.

Die Muskellamellen finden in kleinen Bündeln von Bindegewebsfasern ihre Fortsetzung: es gehen also Muskelfibrillen ohne scharfe Grenze in Bindegewebsfibrillen über, was derart erfolgt, daß einzelne Bindegewebsbündel der festen fibrösen Schicht des Myoseptums aus ihrer ursprünglichen Richtung einbiegen, sich teilend die Gallertschicht durchziehen und unmittelbar an die Enden der Muskelfibrillen herantreten, die sich als Ganzes mit ihnen verbinden. Eine direkte Verbindung von Muskelfibrillen der aufeinanderfolgenden Myomeren durch Bindegewebsfasern gibt es nicht. Die Muskelfibrillen ziehen an den flachen Stellen

des Myoseptums bis dicht an dieses heran, an den Umbiegungsstellen, dort, wo das Septum dicker ist, reichen die Bindegewebsfasern zum Teil ziemlich lang aus dem Septum heraus (siehe Figur 35). Auch das Muskelgerüst tritt bis dicht an das Myoseptum heran. Eine Fortsetzung der an das Myoseptum herantretenden Sarkosepten über diese Grenze in die gallertartige Grundsubstanz besteht nicht. Es ist anzunehmen, daß auch hier, sowie an der übrigen Umgrenzung des Muskels ein sehr dünnes, mit dem Septum verschmelzendes Sarkolemm vorhanden ist, in dem diese Elemente des Muskelgerüstes aufgehen (Figur 34, 36).

Die Dicke der von den Rändern der Muskelfibrillen ausgehenden drehrunden Bindegewebsbündel, die insbesondere an der Ansatzstelle keine homogenen Stränge sind, sondern aus feinen Bindegewebsfibrillen bestehen, entspricht ungefähr der der Doppellamellen.

In das Septum eingetreten, vereinigen sich die Bindegewebsbündel untereinander zu großen, gleichfalls drehrunden Bündeln, die, in andere Richtung einbiegend, die fibröse Schicht des Myoseptums bilden.

Das Wachstum der Myosepten geht offenbar in gleicher Weise wie das der Myomeren vor sich: durch Einlagerung und Einschaltung neuer Elemente zwischen die alten in die Grundsubstanz. Dabei bleibt der Aufbau des Myoseptums infolge der gesetzmäßigen Eingliederung der neuen Elemente zwischen die alten derselbe.

Die Myomeren werden fast von allen Seiten von der Körperlymphe umströmt, außerdem werden die zwischen den Muskellamellen, den Sarkosepten und Telophragmen befindlichen kleinen Lücken ebenfalls von einer dem Gewebesaft entsprechenden Flüssigkeit durchflossen, die zusammen mit der eben erwähnten Umspülung durch die Körperlymphe den Stoffwechsel der Myomere vermittelt und sie ernährt.

Blutgefäße sind im Muskel keine zu beobachten. Dagegen liegen nach der Angabe Możejkos in der Umgebung der Myomeren zahlreiche Blutgefäße, ferner lateral vom Muskel, im subkutanen Gewebe. Die Myosepten und das periaxiale Bindegewebe, an das sie sich innen anschließen, besitzen Blutgefäße.

Die Muskel-Anlagen der *jungen Amphioxus-Larven*, die durch ein primitives Muskelepithel dargestellt werden, sind mit denen von *Tunicaten-Larven, insbesondere Appendicularien*, zu vergleichen; aber auch der Muskel des erwachsenen Tieres erinnert in seinem Bau und seinem Verhalten an den Muskelbau von *Tunicaten*, andererseits jedoch auch an *gewisse Entwickelungsstadien von Cranioten*. Insbesondere sind Ähnlichkeiten mit *Ammocoetes* vielfach betont worden. Im feineren Bau freilich sind größere und kleinere Unterschiede festzustellen. Wir können jedenfalls mit Berechtigung sagen, daß *die Entwickelung von Petromyzon* die Myomerenentwickelung des *Branchiostoma* bis zu einem gewissen Grade wiederholt.

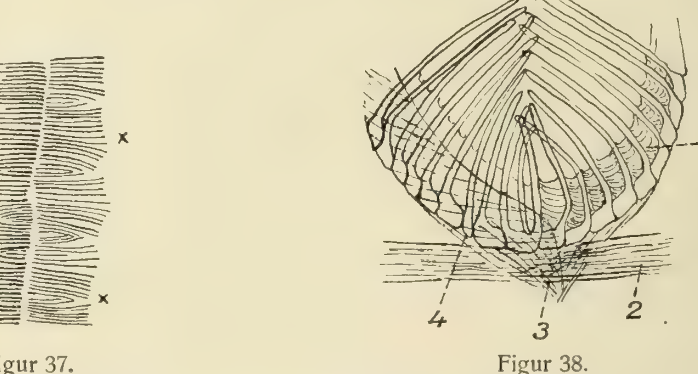
Die Bauchmuskeln sowie die in der Umgebung des Mundes befindlichen Muskeln zeigen in ihrem Bau große Ähnlichkeit mit den Seitenrumpfmuskeln. Ihre Querstreifung ist jedoch viel zarter als die der letztgenannten, die ja sehr deutlich quergestreift sind (Figur 35).

Die ventralen Muskeln bestehen entgegen den Ansichten der ältesten Beobachter, die dort auch längsverlaufende Fasern beschrieben, aus einer einzigen Schicht von querverlaufenden Muskeln, die durch eine mittlere Raphe in 2 Teile geteilt sind, von denen jeder lateral bis an die untere Kante des Seitenrumpfmuskels hinaufreicht. Sie liegen zwischen der Mundöffnung und dem

Porus abdominalis, erreichen aber nicht den After. Durch bindegewebige Quersepten, die von der Raphe zum ventralen Rand der Seitenmuskeln hinziehen, werden sie in einzelne Kästchen geteilt, die aber zahlreicher sind als die lateralen Myomeren. Oben und unten werden diese Kästchen von einer Faszie bedeckt und sind von den hintereinanderstehenden, an der Raphe und der lateralen Grenze des Muskelkästchens an diese Faszien sich anheftenden Muskellamellen erfüllt. Die Querstreifung verläuft in der Richtung der Höhenachse dieser Muskellamellen, die spärliche Kerne besitzen. Sarkolemm wurde bisher keines gefunden.

Um den Atrioporus schließen sich diese Muskeln, die dort nicht mehr so hoch hinaufreichen, zu einem Sphincter zusammen, der eine halbkugelförmige, durchbohrte, aus wirr durcheinanderlaufenden Muskelfasern bestehende »Bauchwarze« bildet.

Der Bauchmuskel besorgt durch rhythmische Bewegung die Wassererneuerung im Atrialraum und spielt auch bei der Entleerung der Geschlechtsprodukte eine Rolle.



Figur 37. Figur 38.

Figur 37. Acrania. — *Asymmetron lucayanum* Andrews: *Anordnung der Muskelfasern der rechten und linken Seite der Subatrialkante* (Ventralmuskel) *einer Larve.* (×, ×) Myotomgrenzen. (Nach Andrews)

Figur 38. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Oral- und Velarmuskeln.* (*1*) innerer Zirrenmuskel; (*2*) Musculus constrictor veli; (*3*) Faseraustausch zwischen dem äußeren und dem inneren Zirrenmuskel; (*4*) äußerer Zirrenmuskel. (Nach Langerhans)

Die Oral- und Velarmuskeln bilden zusammen die Muskeln der Mundpartie. Die Oralmuskeln bestehen aus einem in der Medianebene vom Unterhautgewebe beginnenden, unter dem Velarmuskel hinlaufenden, jederseits an der der Mittellinie näheren Hälfte des Mundringes, teilweise aber auch an den Basen der einzelnen Zirren inserierenden äußeren und einem diskontinuierlichen inneren Muskel zwischen je 2 Zirren und dem Mundring (Musculus externus und Musculus internus). Der äußere Muskel dient zum Einschlagen der Zirren und zum Zurückziehen des ganzen Mundskelettes, der innere zur Aufrichtung derselben.

Der Velarmuskel (Musculus constrictor veli) hängt durch 2 sich kreuzende Bündel mit dem äußeren Oralmuskel zusammen und bildet einen einfachen Ring von kreisförmig verlaufenden Muskelbündeln.

Sowohl die Lippenmuskeln wie der Sphincter veli (oder Musculus constrictor veli) danken ihre Entwickelung den beiden den larvalen Mund vorn und hinten begleitenden Muskeln, die von van Wijhe den *larvalen Kiemenmuskeln* homologisiert werden. Während letztere vollständig verschwinden, degenerieren die ersteren bloß zu den eben erwähnten definitiven Muskeln (Figur 38).

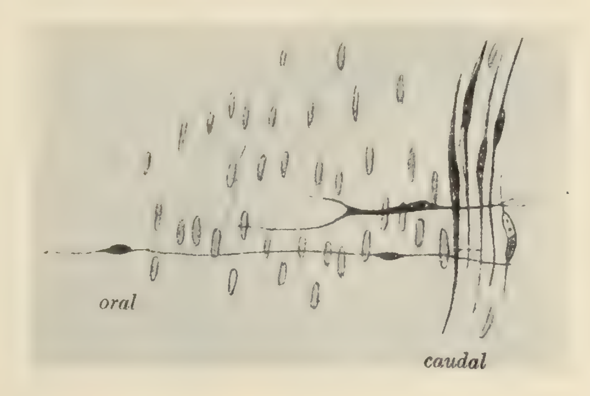
Auch alle diese Muskeln bestehen aus quergestreiften Muskellamellen, die denen der Ventralmuskeln ähneln.

Der Analmuskel (Sphincter ani), den man nach älteren Angaben für einen wirklichen kreisrunden Sphinctermuskel gehalten hatte, stellt nach späteren Untersuchungen einen Quermuskel dar, der die hintere Lippe der Afteröffnung bildet.

Wie bereits angedeutet, besitzen auch die Kiementaschen *während ihrer Entwickelung* Muskulatur, die aber später resorbiert wird. Die betreffenden Muskelfasern sind nicht quergestreift und bestehen aus quer durch den Kopf verlaufenden und aus halbkreisförmigen Fasern, von denen letztere als Sphinctere des Kiemenporus fungieren.

Der Kiemenapparat des *erwachsenen Branchiostoma* wird nach den bisherigen Beobachtungen von glatter Muskulatur versorgt, die sowohl aus Längs- wie Quermuskeln, aber auch aus schräg verlaufenden Fasern besteht. Sie inserieren in den Arkaden und am unteren Ende der Kiemenstäbchen.

Schließlich ist natürlich auch das Blutgefäßsystem mit Muskulatur ausgestattet. Diese findet sich ausschließlich an den Gefäßen, deren Wände in unmittelbarer Beziehung zum Zölom stehen: also Subbranchialgefäß, Sinus venosus, Leber- und Darmsinus und ihre unmittelbaren Abzweigungen, während die in Stützgewebe eingebetteten Gefäße, auch die Aorta, keine Muskelfasern zeigen.



Figur 39. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas). Bindegewebs- und spindelförmige Epithelzellen der dorsalsten Wand des subchordalen Zöloms. (Nach Franz)

Die Muskulatur bildet in den in Betracht kommenden Gefäßen den Hauptteil der Wandungen und besteht aus regelmäßig angeordneten, niemals sich überkreuzenden, zylindrischen Fasern oder flachen, breiten Bändern (letztere im Bereich des Darmsinus oder Pfortaderherzens), deren Zellkerne gleichfalls außerordentlich regelmäßig angeordnet sind. Alles das gestattet den Schluß, daß sie lokal differenzierte Epithelien darstellen, die auch noch rein epithelialen Zustand aufweisen. Die Gefäße des Darmsinus zeigen deutliche Querstreifung.

Bindegewebe

Das gesamte Bindegewebe der Acrania entsteht extrazellulär und wächst auch weiterhin selbständig. Im allgemeinen besteht es aus einer weichen Grundsubstanz mit sehr wenigen Zellkernen und meist zahlreichen Fasern.

Das ganze subkutane Gewebe ist so wie die Myosepten, deren feinerer Bau schon bei der Erörterung der Seitenrumpfmuskulatur besprochen wurde, in seinem Innern nahezu zellfrei. Nur an der Oberfläche befindet sich nach Goldschmidts Untersuchungen ein äußerst feines Netz von untereinander verbundenen Bindegewebszellen, die aber gegenüber der Masse des ganzen Bindegewebes vollständig zurücktreten. Ein echtes, zellhaltiges Bindegewebe ist nach Burckhardt nur regionär in der Nachbarschaft großer Venen vorhanden. Nach Franz kommen spindelförmige Endothelzellen, die bisher für muskulös gehalten wurden und in vielen Teilen des Körpers zu finden sind, dem Bindegewebe zu. Nach demselben

Autor ist das Bindegewebe der Acranier, wenigstens in ihren wirklich zellen- und kernlosen Partien, nicht als »Gewebe«, sondern als Abscheidungsprodukt zu bezeichnen, das allem Anscheine nach von den mesodermalen Endothelien stammt.

Zölom

Wir folgen in der zusammenfassenden Schilderung des Zöloms vornehmlich der Darstellung von Franz, der es neuerdings eingehend beschrieben hat.

Es besteht aus einem eigentlichen Hauptzölom, das einen komplizierten, asymmetrischen, zusammenhängenden Raum darstellt. In dem Gebiet zwischen Atrioporus und After ist dieser verhältnismäßig am einfachsten, ein weiter Raum, der gleich hinter dem Enddarm sein hinteres Ende findet, nach vorn verengt er sich vor Erreichung des Atrioporus auf das größtenteils kapillare Darmzölom, während zugleich ein ventraler Blindsack bis an die hintere Atrioporuslippe vorwärts zieht.

Im ganzen Bereich des respiratorischen Darmes ist das Zölom dorsal in zahlreiche, winzige Röhrchen, die retroatrialen Zölomkanälchen fortgesetzt, deren Bedeutung noch nicht geklärt ist.

Vom Ende des Kiemendarmes bis zum Atrioporus entspringen sie dem Zölom auf beiden Seiten, dicht neben der Chorda, im postatrioporalen Teil nur auf der rechten Seite, dringen ins subchordale Bindegewebe vor und enden blind etwa eine halbe Myotombreite unter der Chorda. Sie verlaufen etwas von unten vorn nach oben hinten und sind von gewöhnlichem, plasmatischem Endothel ausgekleidet.

Dem bereits erwähnten, einfach gebauten, kapillaren Darmzölom schließt sich das ebenfalls kapillare Leberzölom an. Enge Zölomkanäle stellen nach Burckhardt eine Verbindung zwischen den Zölomkanälchen der primären Kiemenbogen und dem Leberzölom her. Es sind Querkanäle mit einer inneren Schicht von plattigem und einer äußeren von zylindrischem Epithel, zwischen denen eine strukturlose Schicht liegt. Nach der Ansicht Burckhardts, dessen Untersuchungen auch die starke Variabilität dieser Zölomräume erwiesen haben, sollen diese Kanäle die Druckschwankungen ausgleichen, die zwischen den Zölomkanälchen der Kiemen und dem Leberzölom vorhanden sind. Das kapillare Darmzölom geht in das branchiale Zölom über, das aus dem paarigen subchordalen (epibranchialen, suprapharyngealen) Zölom, dem unpaarigen hypobranchialen oder Endostylzölom und dem beide verbindenden röhrenförmigen Kiemenbogen- oder mesobranchialen Zölom besteht. Von diesen Teilen ist an den betreffenden Orten fallweise kurz Erwähnung getan.

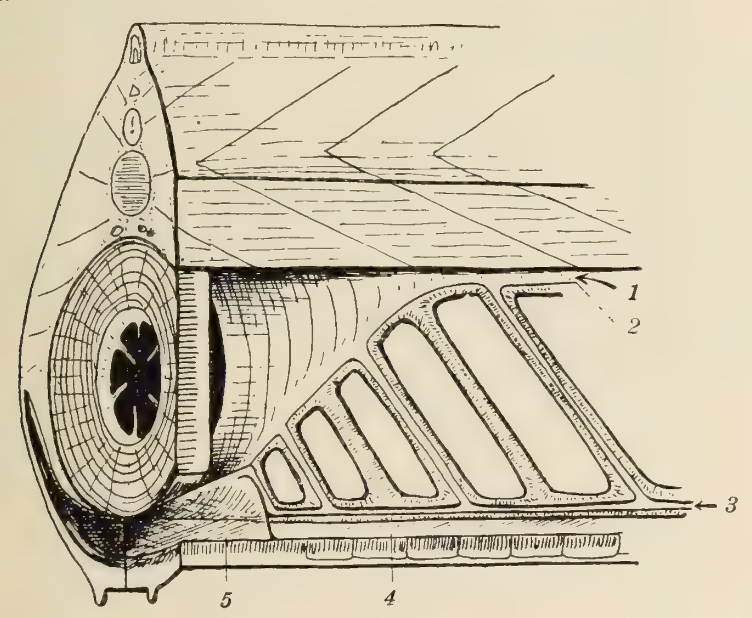
Im Gegensatz zu Legros, der einen Eintritt der Septalarterien in das subchordale Zölom derart beschreibt, daß diese in einer zwischen dem subchordalen Zölom und einer Perigonealhöhle verbindenden Zölomröhre liegen, erklärt Franz, daß diese Arterie von Anfang an außerhalb des Zöloms in der perihyposomalen Lamelle verlaufe.

Der vorderste Teil des subchordalen Zöloms (advestibulares Zölom nach Franz) vergrößert sich am Vestibulum pharyngis von hinten nach vorn im gleichen Maße ventralwärts, in dem die Kiemenspalten weniger weit dorsalwärts hinaufreichen. Seine ventrale Grenze gegen das Atrium, das Ligamentum denticulatum, sinkt mit der medialen Anheftungslinie längs des Dorsalrandes der Kiemenspaltenreihe, mit der lateralen an der Rumpfwand nach vorn daher immer weiter ventralwärts und geht über den vordersten Kiemenbogen in die dorsale Decke des Cavum epipterygium über. Die Zölomröhre des 1. Kiemenbogens mündet daher nicht,

wie alle anderen, in das epibranchiale, sondern in das epipterygiale Zölom. Ventral mündet auch dieses Kiemenbogen-Zölom jederseits in das Vorderende eines paarigen, bulbusartig abgesetzten Teiles des Endostyl-Zöloms (Figur 40). Epibranchiales und Endostyl-Zölom werden von van Wijhe als Kopf-Zölom bezeichnet.

Vorn endigt das epibranchiale (besonders das advestibulare) Zölom rechts und links auf dem Außenrand des Velums, ventral an und auf der rechten und linken Epipterygialhöhle. Mit dem Hauptzölom ist die ihm an Größe zunächstkommende paarige, nur vorn symmetrische Metapterygial-, Epipterygial- und äußere Lippenhöhle in Verbindung.

Das erstere bildet eine Höhle der ventralen Peribranchialwand an der Ventralseite des Transversalmuskels und reicht als Seitenflossenhöhle in die Medialseite des Metapleurums. Es ist durch Endothel, gegen den Muskel aber durch die bindegewebige, kernhaltige Ventralwand seiner metameren Kammern begrenzt. Auch an der Hinterseite der hinteren Atrioporuslippe ist das submuskuläre Zölom vorhanden.



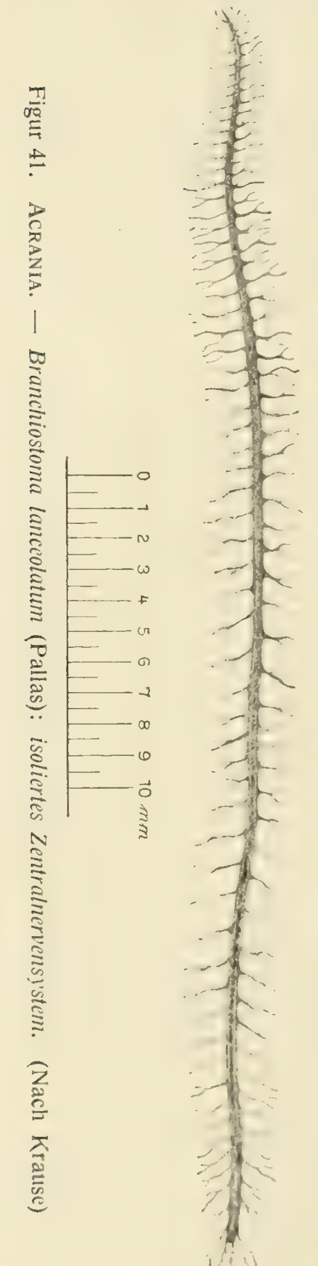
Figur 40. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Verhältnis des branchialen zum epipterygialen Zölom. Schematisch.* Der paramediale Längsschnitt hat ventral auch das mediale Endostylzölom bis zur Grenze zwischen Atrium und linker Epipterygialhöhle getroffen. Glomus weggelassen. (*1*) linke Epibranchialhöhle (subchordales Zölom); (*2*) Ligamentum denticulatum, proximale Anheftungsstelle; (*3*) Endostylzölom; (*4*) Atrium; (*5*) linke Epipterygialhöhle. (Nach Franz)

Die paarige Epipterygialhöhle, deren rechter Teil geräumiger ist als der linke, tritt überm Vorderende des Transversalmuskels dorsal endothelial begrenzt auf.

Die linke Höhle hängt breit zusammen mit dem Medialteil der äußeren Lippenhöhle, die hauptsächlich auf die Ventralseite des äußeren Lippenmuskels beschränkt ist. Diese Lippenhöhle zieht längs jeder Lippe auf der äußeren Seite der Zirrenskelettbasalstücke und des äußeren Lippenmuskels entlang. Wahrscheinlich als Fortsätze dieser Höhle durchziehen je 4 röhrenförmige Zölomräume jeden Zirrus, die untereinander mehrfach kommunizieren, am stärksten in der die Basalteile der Tentakel verbindenden Zirrenmembran. Die beiden Zölomröhren

der Tentakelflanken ziehen von dort weiter basalwärts bis zur Vorderseite der queren Skelettbasalstücke, wo sich je 2 zwischen 2 Skelettstäben vereinigen.

Das Splanchnozöl, die Leibeshöhle der Acranier, ist in der Larve segmentiert, verliert jedoch diese Segmentierung durch Fortfall der Septen (bis auf eine einzige Ausnahme, nach Burckhardt).



Figur 41. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *isoliertes Zentralnervensystem.* (Nach Krause)

Getrennt von diesem größten Zölombereich, das im vorhergehenden beschrieben worden ist, sind folgende Zölomteile:

(1) Die fast symmetrische innere Lippenhöhle, die am Boden der Mundhöhle zwischen beiden Epipterygialhöhlen eingekeilt liegt und von da längs der Innenseite der Lippe und des inneren Lippenmuskels hinzieht.

(2) Das Velicavum, an der Ringmuskelhinterseite, das an der Peripherie auch bis an die Vorderseite des Velums reicht, aber nicht in die Velartentakel zieht.

(3) Das Myozöl und Sklerozöl jedes Myotoms, wozu auch die seitliche Rostral- und seitliche Kaudalhöhle gehört. Das Myozöl wird beim erwachsenen Tier vollständig verdrängt, mit Ausnahme der vordersten Myotome, wo es in Gestalt von engen Lücken verbleibt.

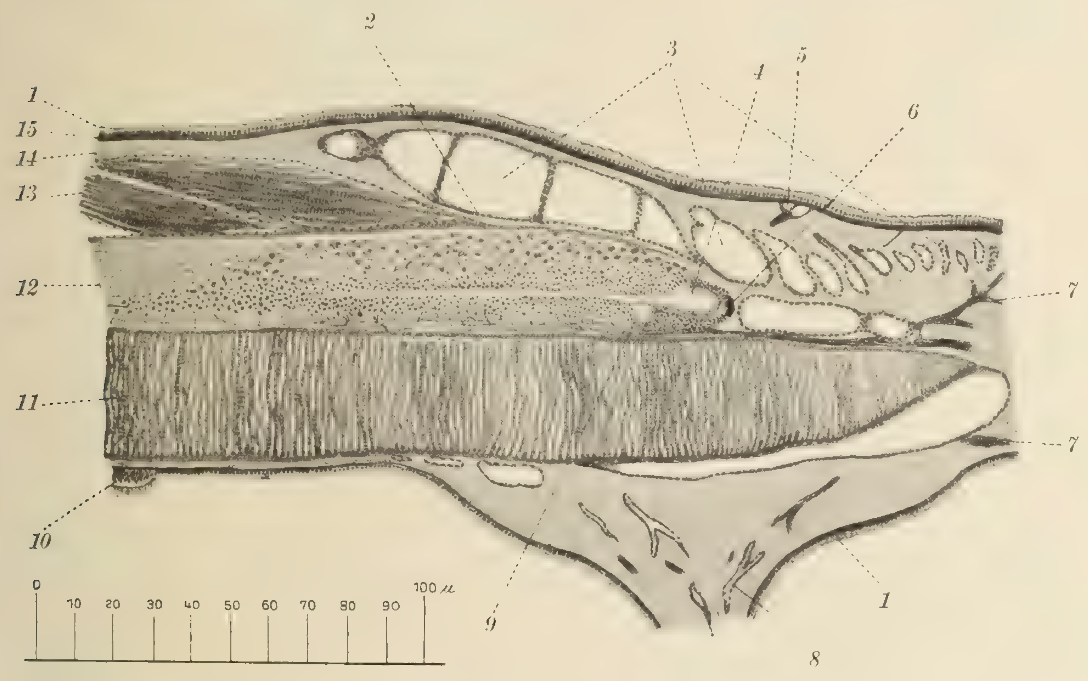
(4) Die vorn und hinten blind endigende ventrale Rostralhöhle in der Rostralflosse unter der Chorda, die manchmal im vorderen Teil in mehrere hintereinanderliegende Teile getrennt sein soll.

Weiter sind als Zölomräume noch die dorsale Rostralhöhle, die Flossenkästchen, die Perigonialhöhlen und die Keimhöhlen zu erwähnen. Endlich seien hier noch die Höhlungen angeführt, die die Metapleuralfalten ihrer ganzen Länge nach durchziehen, sich vorn bis in den Mundsaum ausdehnen und mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt sind. Über ihren Ursprung und ihre Bedeutung herrschen verschiedene Ansichten.

Nervensystem

Das Zentralnervensystem der Acranier besteht aus einem geschlossenen, sehr dickwandigen, von Bindegewebe umgebenen Rohr, das seine größte Dicke etwa in der Mitte der Körperlänge besitzt und einen etwa rundlich-3kantigen Querschnitt aufweist, dessen Höhe größer als die Basis ist. Nach vorn endigt es stumpf abgerundet ein Stück hinter der Spitze der Chorda, die also darüber vorragt, während sein Hinterende spitz ist und ungefähr über dem Chordaende liegt. Dieses Hinterende ist übrigens in seinem Verhalten nicht immer gleich. Es kann gleichmäßig sich verschmälernd endigen oder es ist am Ende zu einer Ampulle erweitert, an die sich sogar nach den Beobachtungen von Franz manchmal noch ein äußerst dünnes, blind endigendes Röhrenstück anschließen kann. Dieser Endteil liegt entweder auf der Chorda auf oder er ist von ihr dorsal-

wärts emporgekrümmt. Das Rückenmark weist keine Verdickung auf. In der Mittelebene dieses Stranges liegt der verhältnismäßig enge Zentralkanal, dessen Lumen sich dorsal in der schmalen Raphe fortsetzt, die nahe bis an die Peripherie des Rückenmarks hinaufreicht und von queren Zellfortsätzen überbrückt wird. Im vordersten Teil des Zentralnervensystems erweitert sich der Zentralkanal zu einem, von oben gesehen, birnförmigen Ventrikel; dieser Teil des Nervensystems, der bei *der Larve* auch äußerlich eine leichte Anschwellung zeigt, ist einem primitiven Gehirn, nach anderer Ansicht nur dem Hinterhirn der Cranioten gleichzustellen, während der hinter ihm gelegene Strang das wirkliche Rückenmark darstellt.



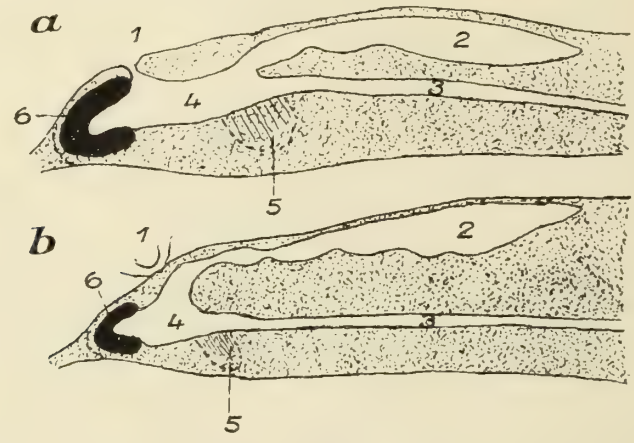
Figur 42. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): »*Gehirn*«. Medianer Sagittalschnitt durch das Vorderende. (*1*) Epidermis; (*2*) Gehirn; (*3*) Kopfkanäle; (*4*) Hirnventrikel; (*5*) Nerv, der in die Epidermis eintritt; (*6*) Pigmentfleck; (*7*) Nerven; (*8*) Blutgefäße; (*9*) Infundibularorgan; (*10*) Epithelwulst der Mundhöhle; (*11*) Chorda; (*12*) Rückenmark; (*13*) Myomer; (*14*) Subcutis; (*15*) Cutis. (Nach Krause)

Der Vorderteil des Zentralnervensystems (Figur 41, 42, 43) unterscheidet sich in mehrfacher Beziehung vom eigentlichen Rückenmark. Zunächst durch die Ausbildung des bereits genannten Gehirnventrikels, der sich schon früh, an *ganz jungen Larven*, anlegt als eine etwa trompetenförmige Erweiterung des sonst ziemlich gleichmäßigen Zentralkanals. Diese Erweiterung erfolgt dadurch, daß sich die ventrale Wand des Kanals abwärts neigt und dadurch den Bodenteil des Gehirns bildet, während sich der dorsale Teil in die Höhe hebt.

Zu Beginn dieser ventralen Abwärtsneigung liegt eine scharf abgegrenzte, etwa halbkugelförmige Zellgruppe, das später zu besprechende Infundibularorgan. Eine Begrenzung dieses Organs durch kleine Plattenzellen besteht ebensowenig wie eine röhrenförmige Einsenkung vor ihm. Auch eine Abknickung der ventralen Hirnwand findet nicht statt.

Die Gestalt des Hirnventrikels wird übrigens von verschiedenen Autoren im einzelnen sehr verschieden beschrieben. Während einige, darunter Hatschek und Boeke, eine dorsale Erweiterung feststellten, die der erstere Autor dem 4. Ventrikel *der anderen Chordaten* vergleicht, wird er von anderen (Edinger) nur als eine Verbreiterung des Zentralkanals — in welcher Bezeichnung der eben genannte Autor übrigens auch die Raphe einbezieht — ohne jede Vergrößerung in der Höhe dargestellt. Seinen Beobachtungen zufolge ist überhaupt eine sehr große Variabilität in der Form des »Gehirns« zu erkennen, so daß sich daraus auch diese weitgehenden Unterschiede erklären lassen.

Der Ventrikel wird von Epithelzellen ausgekleidet, die direkt in die des Rückenmark-Kanals übergehen (Figur 43).

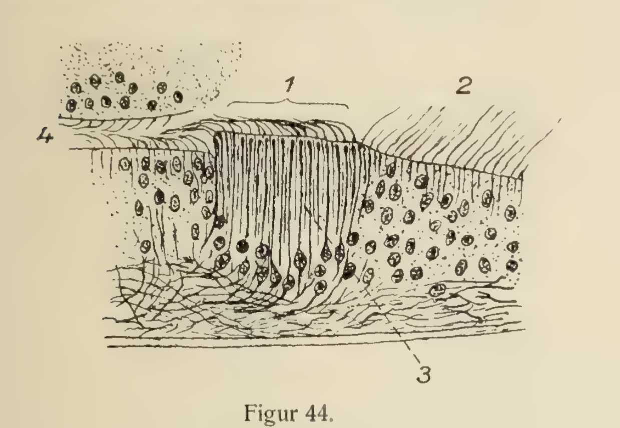


Figur 43. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): ***a***, *rekonstruierter Medianschnitt durch das Gehirn einer Larve von 2,25 mm Länge* mit 5 primären Kiemenspalten, ***b***, *eines jungen Tieres von 10 mm Länge.* (*1*) Neuroporus anterior; (*2*) dorsale Erweiterung des spaltförmigen Zentralkanals; (*3*) ventraler, runder Abschnitt des Zentralkanals; (*4*) Ventrikelraum; (*5*) Infundibularorgan; (*6*) Pigmentfleck. ***a***, 1400-fache, ***b***, 350-fache Vergrößerung. (Nach Boeke)

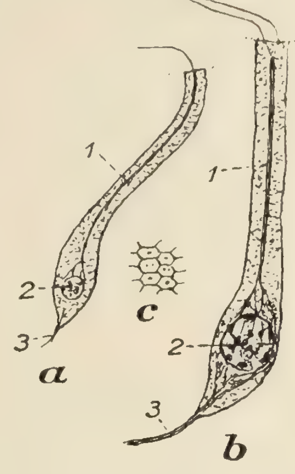
Das Infundibularorgan (die Köllikersche Grube) (Figur 43, 44, 45, 46) tritt schon zeitig in die Erscheinung. Schon bei *Larven* mit 3 Kiemenspalten ist es auf der ventralen Seite an der Stelle, wo der Zentralkanal in die Erweiterung des Gehirnventrikels übergeht, als eine Gruppe von Zellen zu erkennen, die sich von den sie umgebenden der Ventralwand dadurch unterscheiden, daß sie, länger als diese, sich über sie erheben. Dadurch wird auch die ventrale Begrenzungslinie der Ausmündungsstelle des Zentralkanals gegen den Gehirnventrikel gehoben, um nach vorn sofort wieder auf das frühere Niveau hinabzusinken, ohne daß sich jedoch vor oder nach dieser Aufwulstung irgendeine tiefere Einsenkung bemerkbar machen würde. Diese Zellen, die sich zu langen, zylinderförmigen, regelmäßig nebeneinandergestellten Elementen auswachsen, liegen während des 1. Stadiums ihres Auftretens noch nicht in der Mittellinie des Körpers, sondern etwas nach links verschoben.

Das Infundibularorgan entwickelt sich sehr rasch, um dann während der ganzen Lebenszeit des Tieres auf derselben Stufe stehen zu bleiben. Während dieser Entwickelung, die in der *späteren Larvenzeit* vor sich geht, rückt es gegen die Medianlinie und zeigt dort schon einen fächerartig angeordneten Querschnitt, dessen beide Hälften sich zu beiden Seiten dieser Linie symmetrisch ausbreiten.

Mehrere Beobachtungen, insbesondere die Tatsache, daß die feinen Nervenfortsätze, die aus den basalen Teilen der Neuroepithelzellen dieses Organs heraustreten, zu beiden Seiten der Medianlinie sich in 2 Zipfel oder Bündel fortsetzen, lassen darauf schließen, daß das Infundibularorgan paarig angelegt ist, wobei die linke Anlage der rechten in der Entwickelung vorauseilt.



Figur 44.

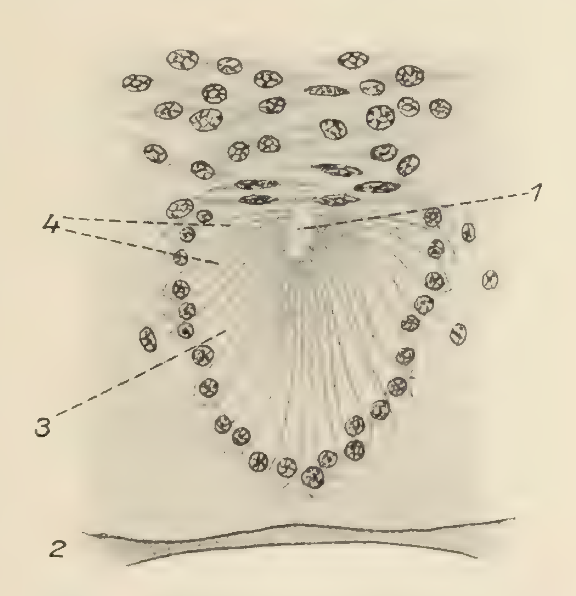


Figur 45.

Figur 44. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Medianschnitt durch das Infundibularorgan eines erwachsenen Tieres von 5 cm Länge.* (*1*) Infundibularorgan; (*2*) Ventrikelraum; (*3*) Neurofibrillen; (*4*) Zentralkanal. (Nach Boeke)

Figur 45. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Neurepithelzellen des Infundibularorgans.* ***a***, *bei einem 2 cm,* ***b***, *bei einem erwachsenen, 5 cm langen Tiere.* ***c***, *Querschnitt durch das an den Ventrikelraum grenzende freie Zellende* mit Querschnitten der Neurofibrillen (punktförmig). (*1*) Neurofibrille; (*2*) Kern; (*3*) Nervenfortsatz. (Nach Boeke)

Das Organ besteht aus einer einfachen Lage glasheller, pallisadenartig verlängerter, flimmernder Epithelzellen mit gut ausgebildetem, feinkörnigem Protoplasma, die feine, ziemlich lange Zilien tragen und basal gelegene, im entwickelten Zustande kugelrunde Zellkerne besitzen (siehe Figur 45). In jeder Zelle befindet sich eine ziemlich dicke Neurofibrille, die an dem ventralwärts gelegenen freien Zellrande unter der Anheftungsstelle der Zilie mit einem Knöpfchen endigt, im basalen Teile der Zelle jedoch netzförmig an den Zellkern herantritt.



Figur 46. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch das Infundibularorgan eines erwachsenen Tieres von 5,4 cm Länge.* (*1*) Flimmerrinne; die Punkte in dieser Rinne sind Querschnitte durch die nach hinten umgebogenen Enden der Zilien; (*2*) Chordascheide; (*3*) Infundibularorgan; (*4*) Neurofibrillen. 600-fache Vergrößerung. (Nach Boeke)

Während bei *jungen Tieren* die Zilien aller übrigen Zellen der Gehirnwand in der Richtung gegen den Neuroporus gerichtet sind und bis zu dessen Öffnung und sogar fast in diese hineinreichen, eine Richtung,

die auch beim erwachsenen Tier beibehalten wird, zeigen die Zilien der Infundibularzellen ein entgegengesetztes Verhalten. Sie gehen bogenförmig nach hinten gegen den Eingang des Zentralkanals (Figur 44).

Bei Jugendstadien des Organs trägt jede Zelle nur eine Zilie, dagegen findet man im entwickelten Zustand oft auch 2 hintereinanderstehende.

Die Infundibularzellen sind ursprünglich deutlich schief gestellt, mit den basalen Enden nach hinten, dem freien, zilientragenden Rand nach vorn gerichtet. Später stellen sie sich jedoch vollständig auf und stehen also senkrecht zur Unterkante des Rückenmarks beziehungsweise der unter ihr befindlichen parallel verlaufenden Chordascheide. Diese Aufrichtung wird durch die gedrungenere Form des Gehirns beim erwachsenen Tier bedingt.

Die Zellkerne werden in den späteren Larvenstadien verhältnismäßig kleiner. In den Zellen, die 2 Zilien besitzen, entspricht diesen auch eine Endgabelung der Neurofibrille mit 2 basalen Kernkörperchen. Wie schon erwähnt, bilden die Neurofibrillen um den Kern ein feines zartes Netz, das sich unter ihm wieder vereinigt und an der Basis der Zellen austritt, um dort nach hinten umzubiegen und in je einem Bündel jederseits der Medianline nach hinten zu verlaufen (Tractus infundibularis). Die Nervenfasern dieser Bündel kreuzen sich wahrscheinlich alle oder wenigstens zum Großteil in der Medianebene.

Aber auch das Eindringen feinster Fäserchen aus dem nervösen, teilweise auch gliösen Plexus unterhalb des Organs zwischen die Zellen desselben konnte neuerdings festgestellt werden, so daß das Infundibularorgan also eine doppelte nervöse Verbindung mit dem übrigen Zentralnervensystem besitzt: eine efferente, aus den Zellen des Organs, und eine afferente, deren Herkunft allerdings noch nicht bekannt ist.

Das Infundibularorgan ist seiner Lage sowie seinem Bau nach mit dem Saccus vasculosus der Fische zu homologisieren. Es bleibt bei den Acraniern zeitlebens eine Flimmerrinne und ist daher den frühesten Stadien des letzteren vergleichbar, bevor dieses noch durch fortwährende Oberflächenvergrößerung zum faltigen, reichlich ausgebuchteten, vollentwickelten Saccus vasculosus geworden ist.

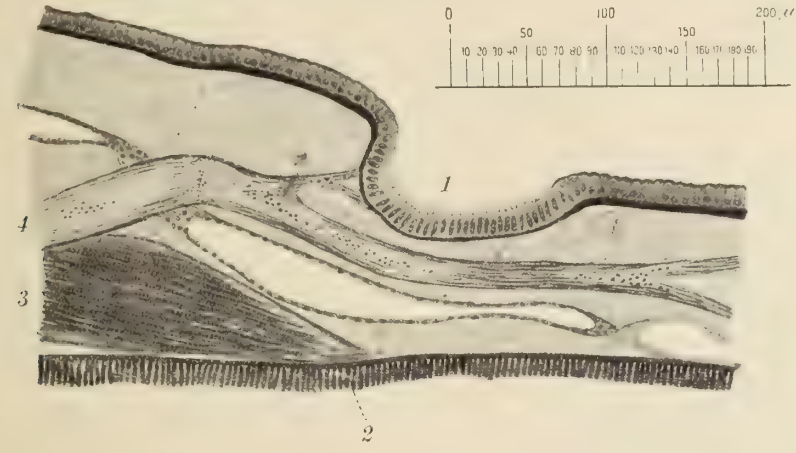
Bezüglich der Funktion des Infundibularorgans geht die Ansicht im allgemeinen dahin, daß es mit dem Ventrikeldruck und seinen Variationen in Verbindung steht, also auf Veränderungen des Druckes innerhalb des Gehirnventrikels reagiert.

Der feinere Bau des »Gehirns« der Acranier soll im Zusammenhang mit dem des Rückenmarks erörtert werden, mit dem es ja im wesentlichen übereinstimmt. Hier sei nur so viel erwähnt, daß der Ventrikel von Epithelzellen umkleidet ist, die, wenigstens beim erwachsenen Tier mehrschichtig, nach verschiedenen Beobachtungen Fortsätze in das Innere der Gehirnmasse entsenden, weiter, daß an Stelle des mittleren lateralen oder medialen Faserstranges im Bereich der ersten 3 Myotome eine sehr umfangreiche Fibrillenansammlung besteht, die in die beiden anderen Stränge hineinreicht und bis an das zentrale Grau heranreicht, schließlich, daß dorsal eine Gruppe von Ganglienzellen aufgelagert ist.

In der Vorderwand des Hirnventrikels liegt ein großer schwarzer, manchmal auch in einzelne Teile (bis zu 8) aufgelöster Pigmentfleck, der vielfach als Augenfleck gedeutet worden ist. Von verschiedenen Autoren wurde und wird

diese Deutung jedoch bestritten, wieder andere fassen ihn als Organ für die Wärmeempfindung auf. Tatsache ist, daß dieser unregelmäßig begrenzte Fleck zwar sehr viel braune Pigmentkörperchen enthält, jedoch keinen lichtbrechenden Körper, so daß die erstangeführte Deutung dadurch starken Schwierigkeiten begegnet. Versuche, die die Lichtempfindlichkeit erweisen sollten, erscheinen deshalb als nicht stichhaltig, weil die Wirkung der Hesseschen Sinnesorgane (Becheraugen, Figur 62) natürlich dabei nicht ausgeschaltet werden kann.

Die Edingerschen Untersuchungen haben jedoch mit aller Deutlichkeit seine Innervierung durch 2 Ästchen des ersten Nerven ergeben, wodurch seine Natur als Sinnesorgan Bestätigung findet.



Figur 47. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Riechgrube* (sagittaler, seitlicher Längsschnitt durch das Vorderende). (*1*) Riechgrube; (*2*) Chorda; (*3*) Myomer; (*4*) Nerv der Riechgrube. (Nach Krause)

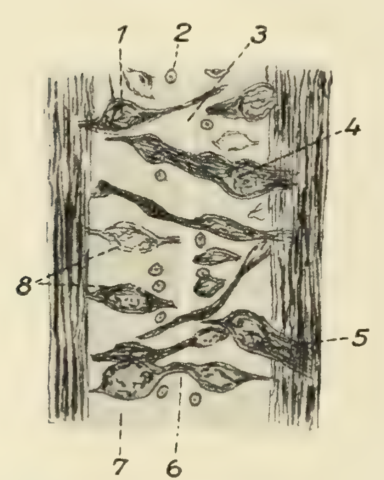
Dorsal von dem Pigmentfleck stülpt sich der Neuroporus gegen die unpaarige Riechgrube (Köllikersche Grube) (Figur 47) nach hinten zu aus. Diese bildet schon während der Metamorphose, in der sich der Neuroporus bereits geschlossen hat, eine blindsackartige Epidermiseinstülpung, deren Boden in offener Verbindung mit dem Ventrikel ist. Sie besteht in ihrer endgültigen Gestalt, auf der linken Körperseite gelegen, aus einer mehr oder weniger flach becher- oder trichterförmigen Grube, die von einem Epithel aus lang bewimperten Zellen ausgekleidet wird und (*beim erwachsenen Tier*) nur durch einen soliden Strang mit dem Gehirndach in Verbindung steht oder mit ihrem Epithel direkt an das der Gehirnwand anstößt (Processus neuropilus). In seltenen Fällen bleibt nahezu der ganze Kanal zwischen Gehirn und Riechgrube erhalten. Nervenfasern, die zur Riechgrube hinführen, sind zwar von mehreren Autoren beschrieben worden, ihr Vorhandensein ist aber bis in die letzte Zeit noch immer nicht als zweifellos erwiesen angesehen worden; Krause erklärt neuerdings, daß sie von 1 bis 2 kleinen Zweigen des 1. Hirnnerven innerviert werde, die er auch abbildet (Figur 47).

Auch die Funktion dieses Sinnesorganes, das bei *Asymmetron* fehlen soll, als Geruchsorgan steht noch keineswegs fest.

Zwischen dem 2. und 4. Dorsalnerven liegt dem Nervensystem eine große Menge ganz großer, in feinem Stütznetzwerk eingebetteter Ganglienzellen auf, die von verschiedenen Autoren für das Zentrum der Kiemennerven,

die Oblongata, betrachtet worden sind. Es sind polyedrische Zellen mit dünnen Fortsätzen des Zellkörpers, die frontal- und ventralwärts, niemals aber kaudal gehen. Zahlreiche Nervenbahnen verästeln sich in ihrer Umgebung. In dicken Bündeln ziehen die zu den Zellen in Beziehung stehenden Fasern dorsal rechts und links nach hinten.

Wenn wir uns nun dem Rückenmark (Figur 41, 48) zuwenden, so ist bezüglich des Zentralkanals zu erwähnen, daß er in ziemlich gleichmäßiger Weite durch die ganze Länge des Zentralnervensystems hindurchzieht und sich an dessen hinterem Ende schließt. Vor diesem Abschluß erweitert er sich manchmal ampullenförmig. Auch das Ende des Rückenmarks zeigt überhaupt ziemlich veränderliches Verhalten. Es kann vor, über oder sogar hinter dem Ende der Chorda liegen, mehr oder weniger geradegestreckt, aufgebogen oder — ein Überbleibsel der Verhältnisse des Canalis neurentericus — immer mehr sich verjüngend um das Chordaende herumgekrümmt sein. Stets ist es hohl und nur von Ependymzellen, aber keinen nervösen Elementen erfüllt.



Figur 48. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schnitt durch das Rückenmark.* (*1*) multipolare Zelle; (*2*) Ependymzelle; (*3*) Zentralkanal; (*4*) anastomosierende Kommissurzelle; (*5*) Kolossalnervenfaser; (*6*) Kommissurzelle; (*7*) Ependym; (*8*) Edingersche Sinneszelle. (Nach Steudell)

Der Zentralkanal wird gleichfalls von einer ziemlich gleichmäßigen Schicht von Ependymzellen begrenzt; sie besitzen blasenförmige, ovale, ziemlich gleich große Kerne, die dem Lumen des Kanals nahe anliegen. Umschlossen wird der Kanal von einer grauen Masse, die nach außen von den Fasern des Rückenmarks umgeben wird. In dieser liegen, an den Zentralkanal angrenzend, bipolare Zellen, die nach ihrem ersten Beobachter als Edingersche Sinneszellen bezeichnet werden (Figur 48). Sie sind sehr vielgestaltig in der Form, besitzen einen großen Zellkörper und senden sämtlich einen, in selteneren Fällen mehrere Fortsätze, die als Sinnesfortsätze gedeutet werden und starke Ansammlungen von Fibrillen erkennen lassen, nach dem Zentralkanal aus, während ein basaler Ausläufer in die periphere Faserschicht zieht, wo er verschwindet. Immer mehrere dieser Fortsätze konvergieren und schließen sich in einem Punkt zusammen.

In dem als rundliche Anschwellung kenntlichen Zellkörper bilden die Fibrillen ein weitmaschiges, peripheres Netz um den Kern.

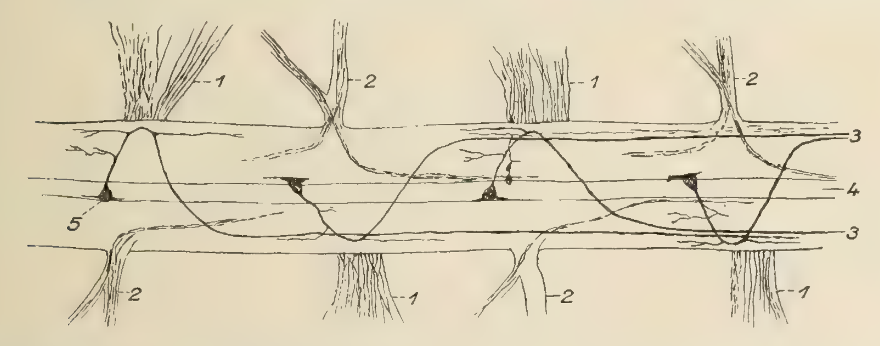
Daß die Edingerschen Zellen als Ganglienzellen aufzufassen sind, ist außer anderem auch aus ihrer Beziehung zu den sogenannten kolossalen Ganglienzellen, die in ihrer Reihe liegen, mit einer starken Verbreiterung am Zentralkanal endigen und mit ihnen durch alle möglichen Übergänge verbunden sind, zu ersehen.

Der Zentralkanal selbst wird stellenweise von großen Ganglienzellen durchsetzt, den eigentlichen Kommissurzellen; weiter aber auch durch die unregelmäßig im Rückenmark verteilten, anastomosierenden Kommissurzellen, deren 2 gegenüberliegende durch eine den Zentralkanal durchziehende Plasmabrücke in Verbindung stehen. Peripher lassen beide je einen Fortsatz abgehen.

Alle diese, in ihrem Verhalten sehr variablen Zellformen sind auch nicht scharf voneinander getrennt, sondern lassen Zwischenformen erkennen, die die Ähnlichkeit, wenn nicht Gleichheit ihres Wesens beweisen. Das Entstehen der Kommissuren wurde aus der Entwickelung des Rückenmarks aus einer einfachen Platte erklärt, deren durch die Einkrümmung gegeneinander stark genäherte Ränder ein Überwachsen und Verschmelzen solcher Zellen ermögliche.

Die Edingerschen Untersuchungen haben in dem Epithel des Hohlraumes überhaupt 3 Zellarten festgestellt. (1) Einfache Epithelzellen, (2) Zellen mit Flimmern und dünnerem Körper mit einem starken, in den Hohlraum ragenden Fortsatz und einem langen Endfaden, der sich innerhalb der longitudinalen Nervenbahn verliert; sie sind als Sinneszellen anzusprechen; (3) mitten im Epithel eingebettet finden sich auch einzelne Riesenzylinder, also Ganglienzellen (siehe diese).

Die Fasern, die von den die allgemeine Auskleidung des Zentralkanals bildenden, in einer Lage vorhandenen Ependymzellen gegen das Innere des Rückenmarks ausgesendet werden, vereinigen sich zu lateralen und ventralen Bündeln



Figur 49. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Partie des Rückenmarks von der Dorsalseite her.* (*1*) motorische Wurzel; (*2*) sensible Wurzel; (*3*) Kolossalfaser; (*4*) Mittellinie des Rückenmarks (Zentralkanal); (*5*) Kolossalzelle. (Nach Retzius)

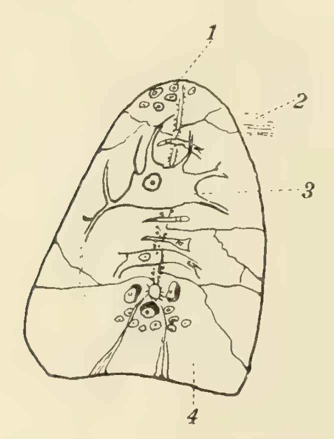
und endigen, regelmäßig verlaufend, an den lateralen beziehungsweise ventralen Stellen des Rückenmarks. Sie werden Bündelfasern genannt. Außer diesen zugleich Ependym- und Gliazellen darstellenden Stützzellen aus der Umgebung des Zentralkanals wurden auch Gruppen sehr kleiner, verzweigter Zellen am Ursprung der Nerven als Gliazellen nachgewiesen, die ihre Fasern in die Nerven und in das Rückenmark aussenden. Im Gegensatz zu ihnen stehen andere, feinere Fasern, die, unregelmäßig verflochten, in der grauen wie in der weißen Substanz vorkommen. Die erstere, aus Ganglien und Ependymzellen bestehend, bildet die innere, um den Zentralkanal herumgelagerte, die letztere die äußere Schicht des Rückenmarks.

Die Kolossal-Zellen und -Fasern. — Unter den nervösen Elementen der weißen Substanz des Rückenmarks sind neben den gewöhnlichen Ganglienzellen, die, in der Nähe des Zentralkanals gelegen, sich in der Hauptsache in 2 Größen unterordnen lassen, vor allem die Kolossalfasern zu erwähnen, die sich in konstanter Lage durch die ganze Länge des Rückenmarks, und zwar in dessen ventralem Teil durchziehen (Figur 49). Sie sind in Gruppen angeordnet, die auf einem Querschnitt am deutlichsten kenntlich werden: und zwar je 2 übereinander zu beiden Seiten des Zentralkanals und eine lateral-ventral gelegen. Außerdem verläuft unterhalb des Zentralkanals eine unpaarige, einzelne Kolossalfaser, die zugleich die stärkste von allen ist.

Diese Fasern entspringen multipolaren Ganglienzellen, die an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel des Zentralkanals, durch diese hindurchgehend, gelegen sind und ihre Fortsätze, die Fasern, abwechselnd in die linke und rechte Hälfte des Rückenmarks entsenden.

Die im vordersten Körperabschnitt (etwa im vordersten Fünftel) liegenden Ganglienzellen entsenden ihre Kolossalfasern nach hinten. Es sind die lateral-ventral gelegenen sowie die unpaarige ventrale, die aus der vordersten, größten Ganglienzelle entspringt. Die Fasern der nun folgenden Ganglienzellen, die nach den genauen Beobachtungen von Retzius in den hinteren $^4/_5$ der Totallänge gelagert sind, ziehen in umgekehrter Richtung: von hinten nach vorn. Es sind die lateral vom Zentralkanal gelegenen Fasergruppen.

Die Gestalt der kolossalen Ganglienzellen ist flaschenförmig, derart, daß von dem »Hals« dieser Flasche die Kolossalfaser abgeht, während sich ihr »Boden« verbreitert und nach vorn und hinten in spitz auslaufende Fortsätze auszieht.



Figur 50. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt des Rückenmarkes durch die 1. Kolossalzelle.* (*1*) dorsale Zellgruppe; (*2*) 6. linker dorsaler Spinalnerv; (*3*) Kolossalzelle; (*4*) Radiärfaserschenkel (zur Neuroglia gehörig). (Nach Franz)

Was den Verlauf der Fasern anbetrifft, so zieht die unpaarige Ventralfaser vom rechten Hinterrand der vordersten Zelle ab ventralwärts in kurzem Bogen in die Medianlinie und verläuft dort fast bis zum Ende in gleicher Stärke. Alle die übrigen, sowohl die nach vorn wie die nach hinten verlaufenden, gehen abwechselnd links und rechts von ihrer Ganglienzelle ab, ziehen in der Regel (Figur 49) im Bogen ventralwärts unter die ventrale Kolossalfaser durch und steigen dann auf der entgegengesetzten Seite, schräg lateralwärts ziehend, wieder in die Höhe, um sodann nach hinten beziehungsweise nach vorn zu verlaufen.

Nach Retzius entspricht je eine solche Ganglienzelle in ihrer Lage einer sensiblen Wurzel.

Gegen ihr Ende zu verschmälern sich die Kolossalfasern und werden varicös. Vor dem Übergang in den nach vorn, beziehungsweise nach hinten gerichteten Teil gehen auch feine, dichotomisch sich verzweigende Seitenäste ab.

Die Kolossalfasern dürften mit der Lokomotion des Tieres in Zusammenhang stehen.

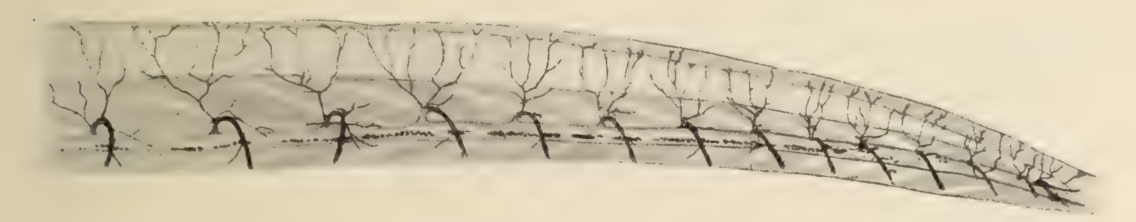
Außer diesen kolossalen Ganglienzellen finden sich, insbesondere in der Umgebung des medianen Teils des Rückenmarks, kleinere, meist bipolare, manchmal aber auch multipolare Ganglienzellen, deren einer Fortsatz in die rechte, deren anderer in die linke Hälfte des Rückenmarks hineinzieht und weiterhin gruppenweise in die sensiblen Nerven entsendet wird. Etwas größere, longitudinal in bestimmten Abständen voneinander in der Medianlinie des Rückenmarks angeordnete, ebenfalls bipolare Zellen entsenden einen Fortsatz nach vorn, den anderen nach hinten. Ein Ast dieser Fortsätze zieht dann ebenfalls gewöhnlich in einen sensiblen Nerven hinein (Figur 49).

Auch im obersten Teile des Rückenmarks befinden sich Gruppen von Ganglienzellen, die »dorsale Zellsäule« (nach Franz), die als mittelgroße Zellen

schon gleich am Stirnbläschen beginnen und abwechselnd links und rechts überwiegende Anhäufungen haben, die stets dem Ursprung des auf der Gegenseite entspringenden dorsalen Nerven entspricht. In den hinter dem 8. dorsalen Nerven gelegenen Teilen des Rückenmarks werden sie allmählich immer spärlicher. Dort ist auch dieses Alternieren der Häufigkeit dementsprechend nicht mehr so deutlich festzustellen.

Schließlich sei noch eine gleichfalls wahrscheinlich als Ganglienzellen aufzufassende Form von Zellen in der Medianebene des Rückenmarks erwähnt, die eine 3eckige Gestalt besitzen, mit der platten Basis der Medianebene zugekehrt sind und am entgegengesetzten Ende einen Fortsatz schief nach außen vorn schicken, um dann an der lateralen Seite des Rückenmarks ventralwärts umzubiegen. Sie scheinen mit den motorischen Nerven in Zusammenhang zu stehen.

Das ganze Zentralnervensystem wird von einer bindegewebigen Scheide eingeschlossen, innerhalb welcher sich eine Schicht von Gliafasern befindet (Pia mater nach Owsjannikow).



Figur 51. Acrania. — *Branchiostoma caribaeum* Sundevall: *Übersicht über die dorsalen Nervenwurzeln des vorderen Körperabschnittes.* Der im Text als Edingerscher Nerv bezeichnete ist nicht eingezeichnet. Man sieht auch die Hesseschen Sinnesorgane deutlich. (Nach Kutchin)

Von dem ventralsten Teile des Rückenmarks entspringen aus einem feinen perispinalen Filzwerk, das als Arachnoidea anzusehen ist, nach den Beobachtungen von Platt und Edinger sehr feine Fasern, die durch kleine Löcher der Chordascheide in das Innere derselben eintreten. Die anderen Autoren leugnen einen derartigen Eintritt.

Nerven

An der Basis des Gehirns entspringt nach den Untersuchungen Edingers ganz vorn an der Hirnspitze ein paariger Nerv, der in der Frontalwand des Gehirns eine Kreuzung bildet, um dann wieder geschlossen nach vorn zu ziehen zu einem den vordersten hohlen Flossenstrahl begleitenden, epithelbedeckten Kanal, der sich, in 2 Zipfel gespalten, der Haut außerordentlich nähert. Welche Bedeutung dieses Gebilde besitzt, das den übrigen Schleimkanälen sehr nahe steht, ist noch nicht sichergestellt. Damit die bisherige Zählung und Bezeichnung der Nerven nicht umgestoßen wird, erscheint es zweckmäßig, diesen neugefundenen Nerv als Edingerschen Nerven zu bezeichnen, der also vor dem als Nerv 1 in der Literatur genannten gelegen ist (Figur 51).

Was nun die allgemeine Anordnung der Nerven betrifft, so ergibt sich folgendes:

Vom Rückenmark gehen sowohl dorsal wie ventral Nerven ab (dorsale und ventrale [Spinal-] Nerven), von denen die ersteren gemischt sensorische und motorische Funktion besitzen, während die letzteren weitaus überwiegend motorischer Tätigkeit dienen.

Die dorsalen Nerven sind viel stärker und daher auch deutlicher wahrnehmbar. Je einem Myomer entspricht 1 Paar, wobei zu bemerken ist, daß vor dem 1. Myomer des fertigen Tieres noch ein dorsales Nervenpaar steht, da ja das ursprünglich 1. Myomer nur im larvalen Stadium erhalten ist und dann rückgebildet wird. Auch hinter dem letzten Myomer liegt noch ein solches dorsales Nervenpaar. Die Nerven des 1. Paares, die von früheren Autoren teils mit dem Trigeminus, teils mit dem Facialis oder dem Opticus zu homologisieren versucht worden sind, ziehen vom Gehirnbeginn parallel nach vorn, die des 2. etwas mehr dorsalwärts, vom 3. an werden sie auf beiden Seiten immer mehr unsymmetrisch, entsprechend der Stellung der Myomeren in den beiden Körperhälften, so daß der rechte Nerv etwa ein halbes Segment vor dem linken steht.

Von den dorsalen Nerven, die hier zunächst besprochen werden sollen, wurde der Edingersche bereits erwähnt. Die hinter ihm folgenden beiden Nervenpaare, die von den Autoren als Nerv 1 und 2 bezeichnet werden, dienen der Innervation des Rostrums. Zu erwähnen ist, daß Nerv 2 gewöhnlich 2 Wurzeln besitzt.

Beide bleiben in der Regel oberflächlich und senden Äste zu tiefer liegenden Geweben. Nach Kutchins Beobachtungen liegen die Wurzeln des 2. Nerven unmittelbar vor der 1. Myomere, die sich zwischen ihn und den der 2. Myomere entsprechenden Nerv 3 einlagert (Figur 51).

Über die Auffassung all dieser Nerven wurden sehr verschiedene Ansichten geäußert. Während die einen sie als Kranialnerven bezeichnen, stehen andere Autoren auf dem Standpunkt, daß es Kranialnerven in engerem Sinne bei den Acraniern nicht gäbe. Die Frage hängt eben mit der Art der Auffassung zusammen, die eine schärfere Trennung des vordersten Rückenmarkabschnittes vom übrigen Rückenmark vornimmt oder nicht.

Auch das 3. Dorsalnervenpaar entsendet noch einen schwachen Ast zum Rostrum, gehört aber mit seinem weitaus größten Hauptteil der Bukkalregion an. Der Nerv besitzt so wie alle folgenden einen dorsalen und ventralen Ast (letzterer nicht zu verwechseln mit dem ventralen Spinalnerv!), von denen jeder wieder in 2 oder mehrere Zweige zerfällt.

Der dorsale Ast versorgt die Umgebung der Dorsalflosse, der ventrale Ast hauptsächlich den Mund, wobei der rechte vornehmlich die äußere, der linke die innere Mund-Innervierung übernimmt.

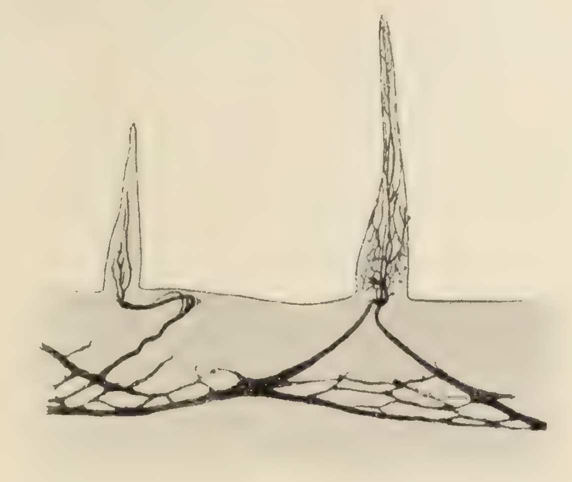
Ein sehr großes Tätigkeitsfeld besitzt das 4. Nervenpaar. Ein großer Teil seiner beiden Äste versorgt die Körpermuskeln, der dorsale Ast teilweise natürlich auch wieder, so wie die folgenden Nerven, den entsprechenden Abschnitt der Rückenflosse, ein Teil des ventralen Astes, der einen nach vorn gekrümmten, nach hinten offenen Bogen beschreibt, innerviert tiefer liegende Partien des Körperinneren, ein anderer, der insbesondere von dem linken Nerv herstammt, geht zum Mund und verbreitet sich dort auf der äußeren Mundpartie (äußerer Mundplexus), aber auch im Innern des Mundes, und versorgt mit einem Zweig auch Teile des Velums. Die gleiche Aufgabe hat ein Teil des linken 5. Nerven, der im übrigen dem 4. in seiner Gestalt und Verzweigung sehr ähnelt und ebenfalls starke Äste zur Versorgung der Muskulatur abgibt.

Der 6. Nerv dient hauptsächlich der Innervierung des Mundes, wobei so wie bei den vorhergehenden insbesondere die Äste des linken Nerven die Anteile an dem inneren Mundplexus bilden. Auch er versorgt teilweise das Velum.

Die zu den Muskeln führenden Teile dieses, sowie der folgenden Nerven wollen wir weiterhin nicht mehr besonders erwähnen.

Zur Versorgung des Mundes mit Nerven dient auch noch der 7. und, allerdings nur zum kleinen Teil, der 8. Nerv, von denen sich der erstere überdies noch an der Innervierung des Velums beteiligt.

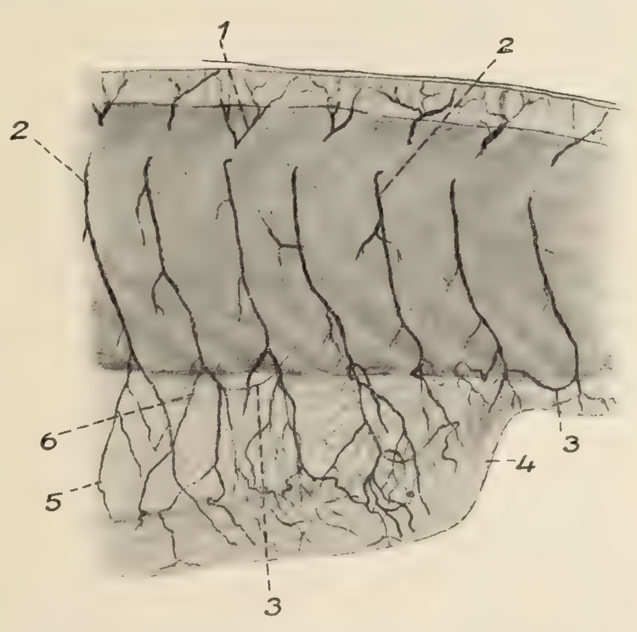
Im besonderen zeigt dieses folgende Verhältnisse: Das Velum wird also hauptsächlich durch die ventralen Zweige des 5. und 6. linken Nerven innerviert, zu denen öfters auch noch kleinere Äste des 4. und 7. treten können. Diese Nerven ziehen längs der Körpermuskeln zur Basis des Velums, in ziemlich komplizierter Weise sich teilend und anastomosierend, und bilden einen bandähnlichen Nerven am Velarringmuskel, der gleichfalls ziemlich stark anastomosiert, so daß ein lockeres Netzwerk von Nerven entsteht. Frei endigende Nervenäste ziehen außerdem unter dem äußeren Rand des Plexus zum Velarepithel. Von diesem bandähnlichen Nerven geht zu jedem Velartentakel in schräger Richtung 1 Abzweigung. Nur der mittlere Tentakel besitzt 2 solche Zuleitungen (siehe Figur 52). An der Basis der Tentakel löst sich der zuführende Nerv in eine große Anzahl von Ästen auf, die in länglichen Maschen anastomosieren. Nervenendigungen im Epithel des Velartentakels sind in Form von kleinen Endverdickungen zu erkennen.



Figur 52. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Innervierung der Velartentakel.* Das Epithelium des Velums ist abgetragen. (Nach Kutchin)

Natürlich sind im Verlauf aller der einzelnen Nerven in Einzelheiten Verschiedenheiten festzustellen.

Was den Mund betrifft, so haben wir, wie aus dem Vorhergesagten hervorgeht, einen äußeren und einen inneren Mundplexus zu unter-

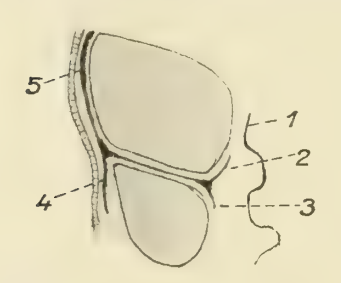


Figur 53. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *hinterer Teil des mittleren Rumpfabschnittes* (*linke Seite*). (*1*) Ramus dorsalis; (*2*) Ramus ventralis; (*3*) Ramus visceralis ascendens; (*4*) Porus abdominalis; (*5*) Ramus cutaneus ventralis; (*6*) Ramus visceralis ascendens. (Nach Dogiel)

scheiden, von denen der erstere aus feinen, oberflächlichen, der letztere aus tieferliegenden, dicken Nervenästchen besteht.

Insbesondere von dem äußeren Plexus wird ein Zwischengeflecht gebildet, das auch den Ringmuskel des Mundes versorgt.

Auf die Nerven der Bukkalregion folgen die untereinander und den ersteren sehr ähnlich gebauten Nerven des Kiemenabschnittes, also die, die hinter der Bukkalregion und vor dem Atrioporus gelegen sind. Ihre Anzahl variiert natürlich etwas bei den *verschiedenen Arten*, beträgt bei *Branchiostoma lanceolatum* etwa 32 bis 33 (reicht also bis zum 41. dorsalen Nervenpaar), bei dem *amerikanischen Branchiostoma caribaeum* 30 bis 31. Von diesen Nerven innervieren den Atrioporus selbst die 2 bis 4 letzten (siehe Figur 53). Zu erwähnen ist, daß die Bogen, mit denen diese Nerven aus dem Rückenmark entspringen (Figur 51) gegen die Mitte des Tieres immer höher werden, aber von dort an wieder abnehmen. Die letzten dorsalen Nerven besitzen überhaupt nahezu keine Bogen mehr. Dasselbe gilt auch von der, übrigens sehr verschiedenartigen, Verzweigung des Dorsalastes dieser Nerven, die die ihnen benachbarten Hautbezirke und die dazugehörigen Teile der Dorsalflosse innervieren.



Figur 54. Acrania. — *Branchiostoma: schematische Darstellung des Verlaufes eines Dorsalnerven und seiner Verzweigungen.* (*1*) Gonadenwandung; (*2*) Ramus visceralis ascendens; (*3*) Ramus visceralis descendens; (*4*) Ramus cutaneus ventralis; (*5*) Ramus visceralis. (Nach Kutchin)

Aber auch die ventralen Äste der dorsalen Spinalnerven, die gewöhnlich groß und stark sind, variieren bedeutend. Im allgemeinen ist jedoch festzuhalten, daß sie sich in 3 Gruppen von Zweigen teilen: in die an der Haut entlang ziehenden und diese versorgenden, sowie die Metapleuralfalten und den ventralen Atrialwall mit einem Netzwerk von in der Längsrichtung gestreckten Maschen durchziehenden Rami cutanei ventrales und in die in einem gemeinsamen Zweige zwischen den Stammuskeln, und zwar meist in dem Winkel zwischen den Myosepten und dem longitudinalen, die Längs- und Transversalmuskeln trennenden Septum in die Tiefe gehenden und erst dort zur Teilung gelangenden Rami viscerales ascendentes und Rami viscerales descendentes (siehe Figur 54).

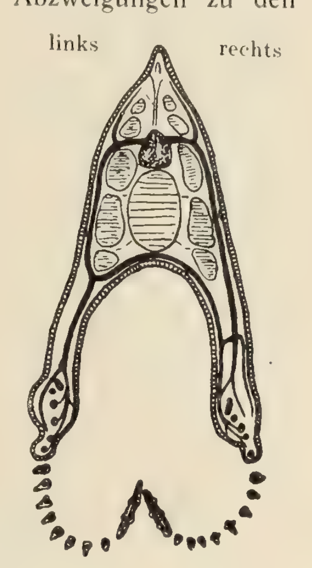
Die ersteren steigen über die innere Oberfläche der Körpermuskeln empor, die letzteren ziehen zur inneren Oberfläche der Transversalmuskeln hinunter. Die letztgenannte Teilung findet sich erst vom 12. Nerv an, den früheren fehlt der aufsteigende Ast (Figur 55).

Was zunächst den absteigenden Ast betrifft, so bildet er einen inneren gröberen und einen äußeren feineren Plexus, von denen der erstere der Oberfläche der Atrialhöhle naheliegt und kleine Teile an die Gonadentaschen abgibt; diese werden im übrigen von einem Ast des Ramus visceralis ascendens versorgt. Desgleichen versorgt dieser letztere auch die Kiemen. Die Ansicht einer Anzahl von Autoren, daß er dem Nervus vagus gleichzustellen sei, wird von anderen bestritten.

Nach Kutchins Beobachtungen zieht der Ramus visceralis ascendens zunächst etwa über 1 oder 3 Myomeren vom Ventralrand der Seitenmuskeln dorsalwärts und verteilt sich dann fächerförmig über die Oberfläche dieser Muskeln. Ein Teil dieser Verzweigungen tritt auch in das Ligamentum denticulatum ein.

Die Ästchen dieser Fächer vereinigen sich mit denen der benachbarten zu einem kontinuierlichen Netzwerk. Auch sie beteiligen sich an der Innervierung der Gonaden, deren Oberfläche demnach durch ein außerordentlich feines und reich verteiltes Netzwerk umzogen wird, das entweder vom Ramus visceralis ascendens oder von Zweigen des Ramus visceralis descendens, aber auch von Maschen des inneren abdominalen Plexus stammt.

Einzelne Zweige des durch die erwähnten Fächer gebildeten Plexus ziehen aufwärts längs des Ligamentum denticulatum und von da in schmalen Fäden zu den primären und sekundären Balken des Kiemenkorbes, die sie ebenfalls mit einem Netzwerk unregelmäßiger Maschen überziehen. Abzweigungen zu den Blutgefäßen oder dem Darmtraktus werden auf Grund der letzten Untersuchungen bestritten. Hingegen ist das Vorhandensein von multipolaren Zellen in Verbindung mit diesen Viszeralnerven festgestellt worden.



Figur 55. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schema des 3. und 4. sensiblen Spinalnervenpaares.* (Nach Franz)

Auch die hinter dem Atrioporus liegenden Dorsalnerven, die ebenso wie die anderen einen dorsalen und einen ventralen Ast aufweisen, versorgen mit diesem Dorsalast die benachbarten Haut- und Flossenteile mit einem reich ausgebildeten Plexus, die ventralen zeigen ebenfalls wieder Rami viscerales ascendentes, die, sich weiter verzweigend, den Darm versorgen.

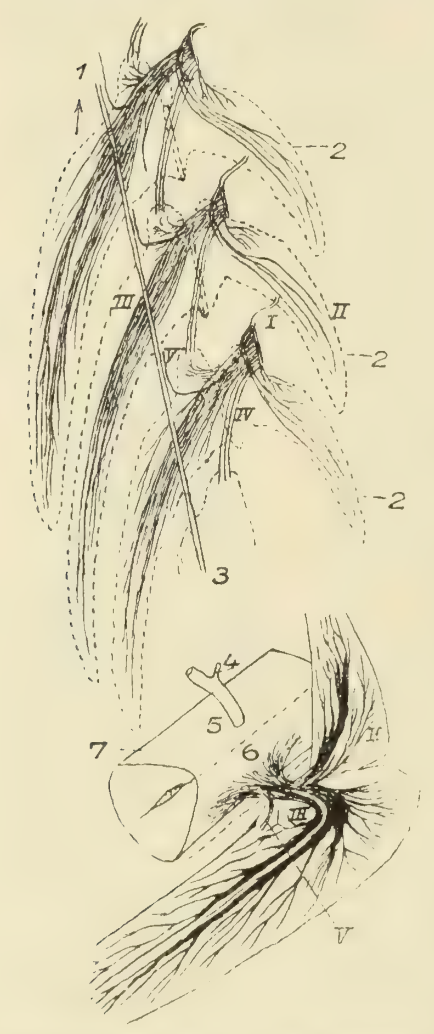
Etwa der 51. bis 53. linke Nerv innerviert mit einem sehr feinen Plexus auch den After. Selbstverständlich versorgen alle diese postatrialen Nerven auch die entsprechenden Muskeln.

Die letzten Nerven haben, so wie die ersten, nicht mehr den senkrechten beziehungsweise stark schrägen Verlauf ihrer Hauptäste, sondern ziehen, insbesondere der allerletzte, in seiner Richtung fast parallel mit der Längsachse des Tieres. Der eben erwähnte letzte Nerv steht hinter der letzten viszeralen Wurzel und gehört nach Hatscheks Deutung, die für alle Dorsalnerven gilt, der Myomere zu, die vor dem von ihm durchzogenen Myoseptum liegt.

Dorsal- und Viszeralnerven zeigen voneinander verschiedene Strukturen.

Die ventralen (Spinal-) Nerven. — Die ventralen Wurzeln, die, wie bereits erwähnt, wegen ihrer viel geringeren Mächtigkeit bedeutend schwerer aufzufinden sind als die dorsalen, verlassen das Rückenmark nach den Angaben von Kutchin an dem inneren Rand der Rückenmarksscheide als ziemlich schlanke, glatte Fasern, die etwas an Größe differieren, aber überall glatt zu sein scheinen (ohne Varikositäten oder merkliche Anschwellungen) und sich nur zum Teil und auch nur verhältnismäßig wenig verzweigen, sondern als Fäden von ziemlich gleicher Stärke bis zum Muskelrand hinziehen, wo erst die Hauptverzweigungen nach anderen Beobachtungen beginnen. Über ihren feineren Bau und ihre Endigungen sind ziemlich verschiedene Ansichten geäußert worden (wie überhaupt über viele Einzelheiten des Nervensystems und seines Baues noch abschließende Beobachtungen notwendig sind). Die letzten Untersuchungen von Ayers haben Einzelheiten über den Verlauf der ventralen Nerven festgestellt. Demzufolge

versorgen sie in ihrer größten Masse die Muskulatur, und zwar derart, daß je 1 Ast in den oberen und unteren Flügel des betreffenden Myotoms zieht und sich in diesem in zahlreichen Fasern verbreitet. Weiter tritt je 1 bedeutend schwächerer Ast in das vorhergehende und das nachfolgende Myotom und schließlich gibt dieser Nerv auch einen 5. kleinen Ast zur Versorgung des Aortenplexus ab (siehe Figur 56).



Figur 56. ACRANIA. — *Branchiostoma*: *Verlauf der ventralen Spinalnerven.* (*1* bis *3*) Verlauf der Aorta in bezug auf die Myotome; (*2*) Myotome; (*4*) Ramus dorsalis des Dorsalnervs; (*5*) Dorsalnerv (Spinalnerv); (*6*) Ventralnerv (Spinalnerv); (*7*) Rückenmark; (*I*) 1. Ast der motorischen Wurzel (geht zum vorhergehenden Myotom); (*II*) 2. Ast (zum Dorsalteil des Myotoms ziehend); (*III*) 3. Ast (zum Ventralteil des Myotoms ziehend); (*IV*) 4. Ast (zum folgenden Myotom ziehend); (*V*) 5. Ast (zum Aortenplexus ziehend). (Nach Ayers)

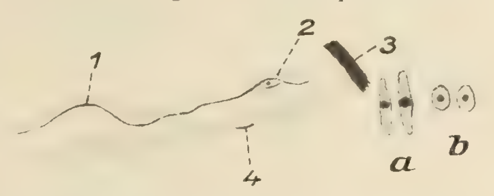
Schaper homologisiert die sensiblen Nervenzellen der Acranier mit der sogenannten Ganglienleiste höherer Vertebraten.

Was nun im besonderen die Versorgung der Muskulatur, insbesondere der Seitenrumpfmuskulatur, mit Nerven betrifft, so hat deren genaues Studium in der letzten Zeit auch wieder weitere Einzelheiten über den Bau und Verlauf der betreffenden Nerven ergeben.

Die aus den eben genannten ventralen Rückenmarkswurzeln kommenden motorischen Nervenfasern ziehen also demnach, wie auch aus Ayers' Beobachtungen im allgemeinen ersichtlich, teils zu den inneren Rändern des dem Rückenmark zunächst liegenden dorsalen Muskelteiles, wobei die Nervenfasern, auf die einzelnen Muskellamellen sich verteilend, fächerartig verlaufen, während andere Nervenfasern in lockeren Bündeln nach unten in die engen Spalten zwischen äußerem und innerem Muskelblatt hinziehen und von dort erst in den Muskel eintreten. Nach K. C. Schneider schließen sich kleine Neurogliazellen diesen Fasern an.

Die einzelnen Nervenfasern verbinden sich nach Studničkas Beobachtungen unmittelbar mit den inneren Rändern der einzelnen Muskellamellen, auf deren Oberfläche sie sich verzweigen, nachdem sie durch das Sarkolemm hindurch in das Innere der Myomere eingedrungen sind. Sie verlaufen weiter gegen die Peripherie zu und endigen an den breiten Flächen der Muskellamellen. Die Verzweigungen der Nervenfasern sind zahlreich, die Nervenendigungen befinden sich in verschiedener Entfernung von dem äußeren und inneren Rande der Myomere in verschiedenen Gegenden der Muskellamellen, die in ihrer Gesamtheit, nicht in bezug auf die Muskelfibrillen, innerviert werden.

Boeke hat die Innervierung der Muskelsegmente in letzter Zeit genau untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchungen zeigt folgendes: Zwischen je 2 Muskellamellen der Seitenrumpfmuskulatur findet sich mindestens 1 Nerv, manchmal deren aber auch 2 oder 3, die durch Gabelung aus einem entstanden sind, möglicherweise aber auch überhaupt von ihrem Ursprung an getrennt zu derselben Fibrillenblattlamelle verlaufen. Sie ziehen in dem engen Zwischenraum zwischen innerem und äußerem Muskelblatt, umgeben von lockerem Bindegewebe, an den Muskel selbst heran, sind bandförmig und verbreitern sich an ihrem Ende in ein ungefähr 3eckiges, spatelförmiges Plättchen. Diese Endplatte ist ein sehr dünnes Blättchen, also kein Kegel, wie früher angenommen wurde, und liegt der Muskelplatte dicht an, während die dazugehörige Nervenfaser frei zwischen den Muskelplatten liegt und etwas seitlich in das Endplättchen übergeht. In Einzelheiten sind alle Endplättchen untereinander von sehr verschiedener Form, so daß eigentlich jedes ein etwas anderes Aussehen aufweist.



Figur 57. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stück eines Querschnittes durch ein Muskelsegment eines Tieres von 4,8 cm Länge.* (*1*) motorische Endplatte im Querschnitt; (*2*) ihr Kern; (*3*) Ligamentum intermusculare; (*4*) motorische Nervenfaser. ***a***, Muskelkerne; ***b***, Kerne des Bindegewebes und der motorischen Endplatte. (Nach Boeke, kombiniert)

Die Nervenfasern sind nicht homogen, sondern bestehen aus sehr feinen Fibrillen von verschiedener Stärke, die dicht nebeneinander verlaufen und an den beiden Rändern des dünnen Bandes, das der Nerv bildet, von je einer dickeren Neurofibrille begrenzt werden. Aber auch im Inneren dieses Bandes befinden sich einzelne solcher dickerer Fibrillen. Sie verlaufen dicht nebeneinander, möglicherweise schon in der Nervenfaser selbst anastomosierend, sicherlich aber dort, wo sie in die Endplatte eintreten. Dort bilden die Neurofibrillen ein sehr feines, zartes Netzwerk, in dem auch die dickeren Innenfibrillen, sowie die Randfibrillen mit den zarten Fäserchen anastomosieren. Die untere Kante der Endplatte hat keine scharfe Begrenzung wie die beiden seitlichen, sondern wird ganz dünn und zart und die letzten Maschen des Netzwerkes scheinen in Größe und Verlauf der Querstreifung der Muskelfibrillen vollständig zu entsprechen.

Aus diesen Endplatten treten hier und da längere, netzförmige Züge von Fasern aus, die eine Fortsetzung der Endplatte darstellen und eine beträchtliche Länge erreichen können (Figur 58).

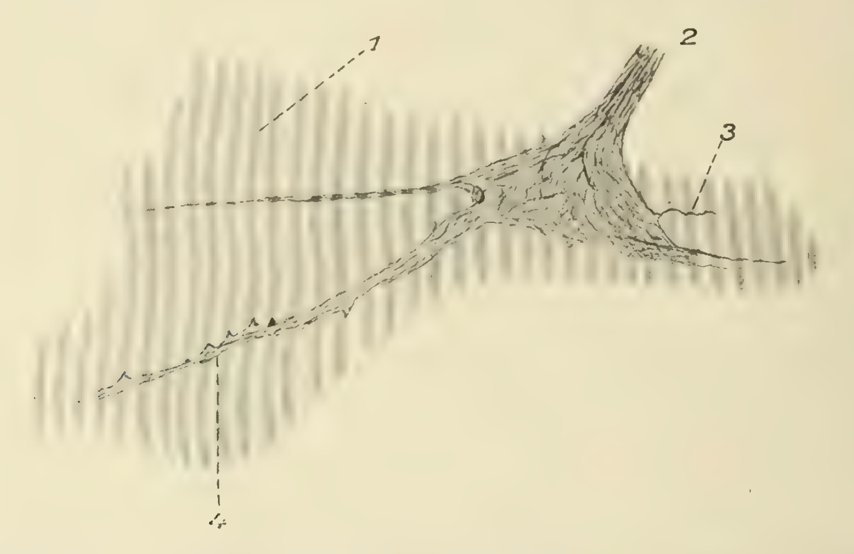
Aus ihnen sowohl wie unmittelbar aus den Endplatten, insbesondere aber aus den dickeren Randfibrillen derselben strahlen feinste Fibrillen aus, die so wie diese netzförmigen Züge in innigstem Zusammenhang mit der kontraktilen quergestreiften Substanz stehen. Sie können als ultraterminale Züge oder Fibrillen bezeichnet werden und laufen in der Richtung der Muskelfibrillen meist einfach und gerade, nur hier und da durch Aufspaltung 1 oder ein paar Maschen bildend, die zugleich erkennen lassen, daß auch sie aus feinsten Fäserchen zusammen gesetzt sind, die zur Querstreifung der Muskelblätter in bestimmtem Verhältnis stehen. In der Höhe jeder anisotropen Scheibe schwellen sie nämlich ein wenig an, so daß ein kleines Knötchen gebildet wird, aus dem 2 äußerst feine Querästchen austreten, die in beiden Richtungen an der anisotropen Scheibe entlang ziehen,

nach kurzem aber in ihr unsichtbar werden. Die Neurofibrillen der motorischen Fasern werden von einer Perifibrillarsubstanz eingehüllt.

Auch ein Kern konnte in jeder Endplatte nachgewiesen werden. Er lagert ihr an der Außenseite dicht an, also der Seite gegenüber, mit der sie dem Muskelplättchen innig angelegt ist, und unterscheidet sich auffällig von den größeren, mehr stäbchenförmigen Muskelkernen.

Dreieckige, etwas geänderte Endplatten wurden auch im Ligamentum intermusculare beobachtet. Sie sind quer zur Verlaufsrichtung der Muskelfibrillen gestellt.

Auch sensible Nervenendigungen konnten von Boeke deutlich nachgewiesen werden. Sie entstammen den ventralen Wurzeln und verlaufen in ziem-



Figur 58. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *motorische Platte aus einem mittleren Rumpfsegmente eines erwachsenen Tieres* (nach Bielschowsky gefärbt). (*1*) Muskelblatt; (*2*) motorische Nervenfaser; (*3*) ultraterminale Seitenfibrille; (*4*) Fortsetzung der nervösen Platte, welche an den Seitenrändern mit den Querscheiben des Muskelblattes durch feine Seitenästchen in Verbindung steht. 1350-fache Vergrößerung. (Nach Boeke)

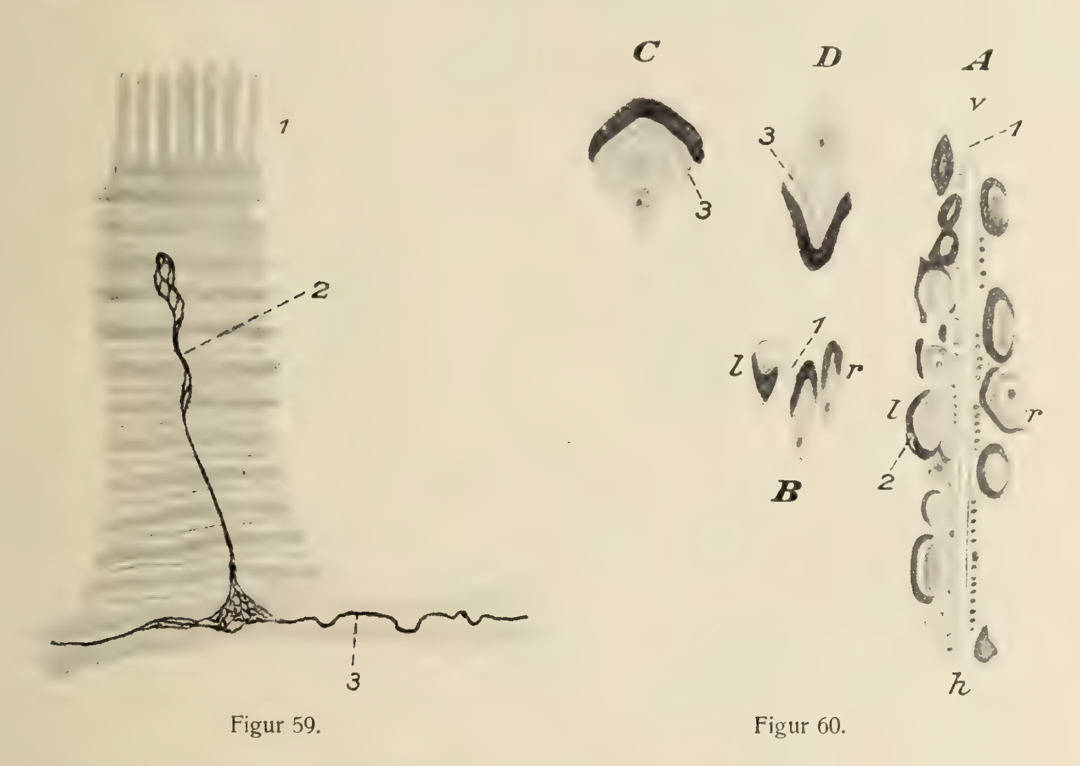
lich gerader Hauptrichtung schief durch die Muskelsegmente zwischen den Muskelblättern in charakteristischem Zickzack, zeigen kleine Ring- und Netzbildungen während dieses Verlaufes und endigen in einer kleinen, knopfförmigen Anschwellung oder »End-Öse« mit dem peripheren Abschnitt der Muskelsegmente. Ob die erwähnten Maschen tatsächlich solche sind oder nur Überkreuzungen und Auseinanderweichungen der die Faser bildenden Neurofibrillen, ist fraglich.

Hie und da verzweigen sie sich dichotomisch unter sehr spitzem Winkel, anastomosieren aber während ihres Verlaufes zwischen den Muskelblättern nicht, bilden also kein sensibles Netzwerk, sondern enden frei. Manchmal kann man in der Nähe des Überganges der Muskelfibrillen in die Sehnen von einer solchen Faser in rechtem Winkel einen mit einer Endschlinge endigenden Seitenast entspringen sehen (Figur 59), der als ein sensibles Endorgan aufzufassen ist.

Hessesche Sinnesorgane (Becheraugen)

Im Rückenmark befinden sich an den Seiten und unterhalb des Längskanals Pigmentanhäufungen, die aus einzelnen kleinen Pigmentflecken von ungefähr gleicher Größe bestehen. Es sind etwa halbkugelförmige Pigmentschalen, in deren Höhlung

stets eine Zelle liegt, die sich nach der entgegengesetzten Seite in einen Nerv auszieht. Hesse, der sie zuerst einer eingehenden Untersuchung unterzogen hat, deutete sie als lichtempfindliche Organe, als Becheraugen. Sie sind in der Längsrichtung des Tieres zu segmentalen Gruppen angeordnet; ihre Anzahl nimmt in den vordersten und hintersten Segmenten ab. Bei *Branchiostoma lanceolatum* zum Beispiel beginnen sie mit jederseits 2 Augen in der Höhe des 3. Muskel-



Figur 59. Figur 60.

Figur 59. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *End-Organ einer sensiblen Nervenfaser in einem Muskelsegmente eines erwachsenen Tieres, einem Muskelblatte in der Nähe der Sehne aufliegend* (Bielschowskyfärbung). (*1*) Sehne des Muskelblattes; (*2*) sensibles Endorgan; (*3*) Nervenfaser. 1700-fache Vergrößerung. (Nach Boeke)

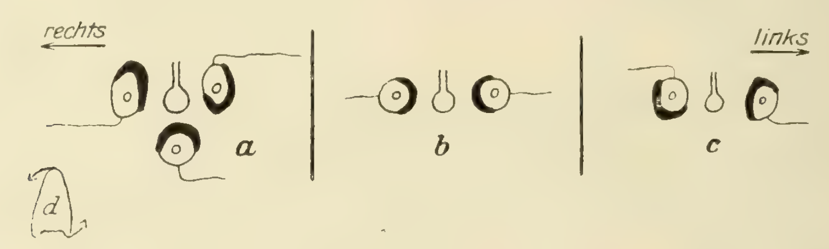
Figur 60. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas). ***A***, *horizontaler Längsschnitt durch das Rückenmark*, den Zentralkanal und die seitlich von ihm gelegenen Augen zeigend. ***B***, *Querschnitt durch das Rückenmark* in der Gegend des 5. Segmentes, die Anordnung der Augen um den Zentralkanal des Rückenmarks darstellend. ***C***, *Schnitt durch ein unter*, ***D***, *durch ein seitlich vom Zentralkanal gelegenes Auge.* (*1*) Zentralkanal des Rückenmarkes; (*2*) Kern des Pigmentbechers; (*3*) Stiftchenbesatz; (*v*) vorn, (*h*) hinten; (*r*) rechts; (*l*) links. ***A***, 400-fache, ***B***, 350-fache, ***C*** und ***D***, 800-fache Vergrößerung. (Nach Hesse)

segmentes, im 4. Segment sind dann schon auf jeder Seite ungefähr 25. Von der Körpermitte an beginnt eine deutliche Abnahme ihrer Zahl und in den letzten Schwanzsegmenten findet sich nur je eines oder überhaupt keines. Bei *jungen Tieren* sind sie außerdem in jedem Segment durch einen Zwischenraum in 2 Gruppen getrennt. Ihre Zahl wächst mit zunehmendem Alter. Entsprechend der Asymmetrie der rechten und linken Körperseite gegeneinander sind auch die Augen der rechten Körperhälfte gegen die der linken etwa um die Länge des halben Segmentes nach hinten gerückt, so daß das vordere Auge der ersten rechten Augengruppe etwa in gleicher Höhe mit dem zweiten linken liegt (Figur 60, ***A***).

Die *unter* dem Zentralkanal gelegenen Augen, die symmetrisch gebaut sind, sehen so wie die der rechten Seite stets nach unten, die der linken Seite nach oben. Die *seitlich* vom Zentralkanal gelegenen Augen sind unsymmetrisch.

Auf beiden Seiten ist in der Regel — abgesehen von wenigen Ausnahmen — die der linken Seite zugekehrte Becherwandung höher als die andere; also bei den linken die äußere, bei den rechten die innere, so daß die Öffnung des Pigmentbechers bei den linken nach rechts oben, bei den rechten nach links unten gerichtet ist. Sie sind also hauptsächlich für eine Beleuchtung von der rechten Seite her eingerichtet.

Die Vermutung, daß die Tiere dementsprechend wahrscheinlich vornehmlich auf der einen Seite, und zwar der linken, auf dem Sande liegen, hat sich durch



Figur 61. Acrania. — *Vorwiegende Blickrichtung der Becheraugen.* *a*, im Vorderkörper; *b*, im Mittelkörper; *c*, im Hinterkörper. In der Mitte jedes Teilbildes der Zentralkanal. *d*, Rechtsrotation eines schwimmenden Lanzettfisches, von vorn gesehen. (Nach Franz)

Beobachtungen aber nicht bestätigt. Es war diesen im Gegenteil deutlich zu entnehmen, daß keine Seite vor der anderen bevorzugt würde.

Die unter dem Zentralkanal gelegenen Augen dienen der Lichtaufnahme des im Sande vergrabenen Tieres, das die Bauchseite mit dem ventral gelegenen Mund nach oben wendet, oft auch noch den vordersten Teil des Körpers aus dem Sand streckt, so daß durch die dünne Sandauflage das Licht auf die Sehzellen dringen kann.

Der Pigmentbecher besteht aus einer schalenförmig gewölbten, dicht mit schwarzbraunen Körnchen gefüllten Zelle, deren nicht immer wahrnehmbarer pigmentfreier Kern an der konvexen Außenseite gelegen ist, den Rand leicht vorwölbend. Das Pigment dieser Zelle ist in 3 Lagen angeordnet, einer sehr breiten mittleren und 2 schmalen Randpartien (Figur 62).

Die Sehzelle füllt mit einem Teil den Hohlraum dieser Schale, teils ragt sie aus ihr in einem geraden oder schiefen Kegel heraus, der sich in einem zwischen den Rückenmarksfasern eine Stelle weit sichtbaren Nervenfortsatz auszieht. Hier und da zeigt der Zellkörper auch Zacken oder Ecken. Der mittelgroße, kugelige Zellkern liegt meist nahe der Abgangsstelle des Nervenfortsatzes.

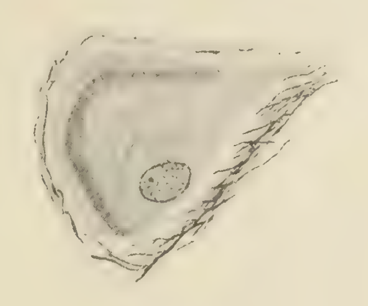
Der vom Pigmentbecher umschlossene Rand der Sehzelle ist dunkel gefärbt und das Plasma ist hier zu kleinen, dicht nebeneinander senkrecht zur Zelloberfläche stehenden Stiftchen geordnet, von denen sich hie und da eines in einem feinsten Fäserchen ein wenig in das Fasergewirr des Zelleibes verfolgen läßt. Dieser Stiftchensaum ist durch einen schmalen, hellen Zwischenraum vom Pigmentbecher getrennt, der nicht selten mit feinen, hellen, scheinbar in der Verlängerung der Stiftchen gelegenen Fäserchen ausgefüllt ist. Unterhalb des Stiftchensaumes

befindet sich eine ihm ungefähr an Breite gleiche Schicht allerfeinster Granula, die gleichfalls in undeutlichen Längsreihen angeordnet sind. Im Zellprotoplasma finden sich Neurofibrillennetze. Die ganze Sehzelle ist von einem Glianetzwerk aus tangential zur Zelloberfläche verlaufenden Fasern eingehüllt. (Figur 62).

Daß diese Organe, die in ihrem Bau außerordentlich den Augen *gewisser Planarien* gleichen, der Lichtempfindung dienen, kann aus Versuchen nachgewiesen werden. Wenn man ein Gefäß mit *Branchiostoma*, das längere Zeit dunkel gehalten wurde, durch Wegnahme des undurchsichtigen Deckels plötzlich erhellt, beginnen die Tiere aus ihrer Ruhelage aufzufahren und unruhig umher zu schwimmen, auch wenn keinerlei Erschütterung diese Erregung hervorgerufen



Figur 62.



Figur 63.

Figur 62. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hessesches Sehorgan.* (Nach Joseph)

Figur 63. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *»Dorsal-Zelle« Josephs* aus der vorderen Region des Markrohres. (Nach Joseph)

haben könnte. Dies geschieht auch bei Tieren, denen ein Teil des Vorderendes mit dem unpaarigen Pigmentfleck am Vorderende des Rückenmarks abgetrennt worden ist. Nach Untersuchungen Nagels reagieren auch halbierte Lanzettfische noch auf Licht. Nach Hesses Versuchen sind die hinteren Hälften der Tiere viel weniger empfindlich auf Licht als die vorderen: nur diese letzteren reagieren mit lebhaft zitternden Bewegungen darauf, während die abgeschnittenen Hinterhälften ruhig liegen bleiben. Das stimmt ja auch mit seinen Angaben über bedeutende Zahlabnahme der Becheraugen in diesem Teil des Körpers überein.

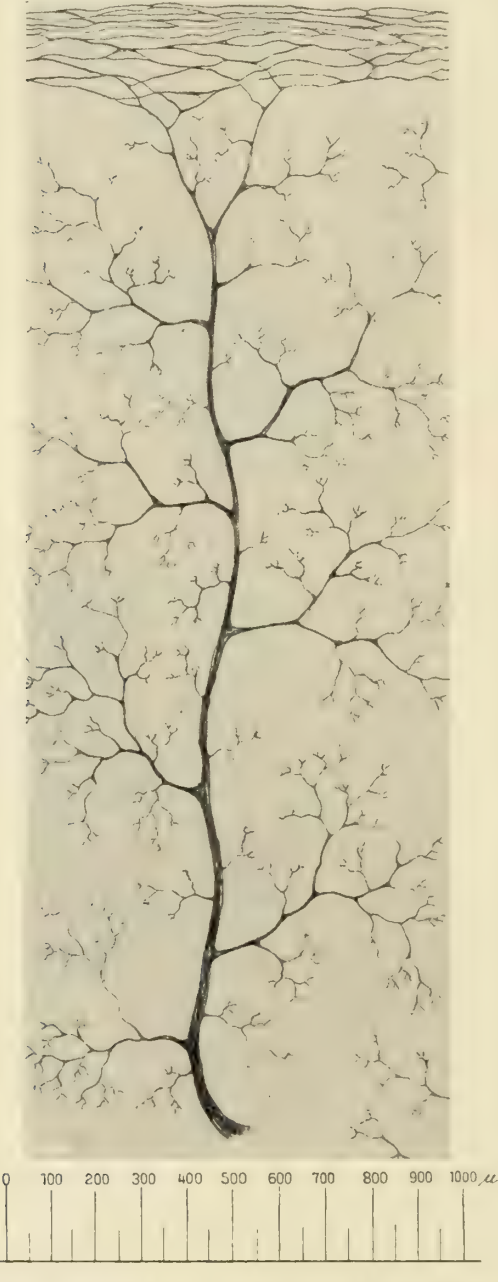
Dorsalzellen

In dem von Hesseschen Sehzellen freien Vorderende des Rückenmarkes sowie vereinzelt im Hinterende befindet sich eine Anzahl von dorsal gelagerten Zellen, die, von Joseph unter dem Namen »Dorsalzellen« genauer beschrieben, derartige Ähnlichkeit in ihrem Bau mit dem der Hesseschen Becheraugen besitzen, daß wir annehmen müssen, sie seien in diesen Regionen ein teilweiser Ersatz für diese letzteren.

Sie liegen kurz hinter dem die vorderste Spitze des Nervenrohrs einnehmenden Pigmentfleck, ungefähr in der Gegend des Infundibularorgans und reichen mit ihren letzten Vertretern etwas hinter den Beginn der Hesseschen Augenzellen zurück. Ihr feinerer Bau (Figur 63) ist dem der letzteren vollkommen gleich (Stäbchensaum, Granulaschicht, Neurofibrillen im Plasma, stark granulierter Kern). Seitlich an der Zelle entspringt ein einziger Fortsatz, der gegen die dorsale Wurzel hin zu verlaufen scheint. Auch von einer tangentialfaserigen Gliahülle sind sie umgeben. Die einzige Unterscheidung von den Hesseschen Augen ist das Fehlen einer schalenartigen Pigmentzelle.

Sinneszellen in der Haut

Von verschiedenen Autoren wurden Sinneszellen in der Haut von *Branchiostoma* nachgewiesen. Sie sind über den ganzen Körper verteilt und besonders in der Schwanzregion, am Ursprungsrand der Rückenflosse, und in den inneren Epidermisblättern der Metapleuralfalten zu finden. Viele von ihnen, wenn nicht alle, stehen paarweise (Zwillingsendzellen von Langerhans). Die der oberen Körperpartie des Rückens und Schwanzes sind schlanke, schief flaschenförmige Zellen, die sich mit inneren, ebenen Flächen dicht aneinanderlegen, während die beiden äußeren Seiten konvex gekrümmt sind. Jede von ihnen trägt am oberen Ende, das keine Deckplatte besitzt, ein kurzes Härchen, das nicht über die Kutikula hinausragt. Die Härchen beider Zellen stehen dicht nebeneinander. Der basale Teil der Zellen geht nach mehreren Beobachtungen in ein Nervenfäserchen über. Der Kern ist, der Zellengestalt entsprechend, ausgesprochen länglich und unterscheidet sich dadurch deutlich von denen der übrigen Epidermiszellen (Figur 65).

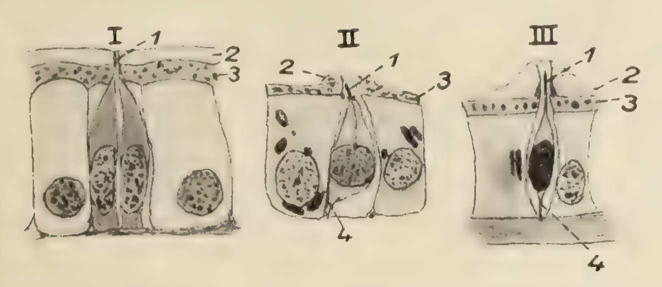


Figur 64. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *ventrales Hautnervenstämmchen* mit seiner Verzweigung und Endigung im Flossensaum. (Nach Krause)

Die Sinneszellen der ventralen Körperpartien unterscheiden sich einigermaßen von denen der dorsalen. Vor allem sind dort Zwillingszellen noch nicht sicher nachgewiesen, sondern können nach den bisherigen Beobachtungen nur vermutet werden. Die Zellen scheinen im Umfang nicht rundlich, sondern abgeplattet zu sein, da sich Ansichten von schmalen und breiten Zellen finden. Insbesondere auf den breiten Ansichten zeigt der rundliche Zellkern viel geringere Verschiedenheit gegenüber den benachbarten Epidermiszellen im Vergleich zu denen des Rückenteils.

Auch diese Zellen besitzen ein Härchen, das öfters gebogen ist, und um das die Kutikula eine Erhöhung, »eine Art Kamin«, bildet mit einem Kanal für dieses

Härchen, von dessen Basis möglicherweise eine Neurofibrille in die Zelle hinein verläuft. Dies ist jedoch noch nicht überzeugend nachgewiesen. Auch dort, wo die Zellen infolge irgendeiner Ursache nicht bis an die Cutis reichen, sind sie durch



Figur 65. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hautsinneszellen* (*I*) von der Epidermis der Schwanzflosse, (*II*) breit, (*III*) schmal getroffene Sinneszellen von der Ventralseite. (*1*) Härchen; (*2*) Kutikula; (*3*) Deckplatte; (*4*) Basalstrang zur Cutis. (Nach Joseph)

einen spitz ausgezogenen Fortsatz, der wohl in das Nervenfäserchen überleitet, mit dieser in Verbindung.

Sinnespapillen der Präoraltentakel

Aus dem bereits erwähnten äußeren und inneren Nervengeflecht (siehe dort), das im Bindegewebe der Haut um die Mundöffnung gelegen ist, entspringen die Nervenstämmchen und Ästchen, die die Tentakeln versorgen (Figur 66). Sie ziehen in diesen im Bindegewebe der Haut, sich wiederholt teilend und durch Anastomosen ein dichtes Flechtwerk bildend, entlang, geben feinste Ästchen zum Epithel ab und versorgen insbesondere die Tentakularpapillen, von denen jede aus zahlreichen schmalen, langen, spindelförmigen Zellen mit großen ovalen Kernen zusammengesetzt ist.

In diesen Zellen zieht das betreffende Nervenfäserchen, im Bogen aus dem erwähnten Geflecht heraustretend, von der Basis als feines Fädchen terminalwärts, um dort in einem mit großen Varikositäten besetzten, am freien Ende verdickten Stäbchen zu endigen.

Diese Zellen, die von Dogiel Sinnes- oder Nervenknospen, von Krause Epidermiszähne genannt werden, werden mit den Riechzellen der Wirbeltiere verglichen. Krause läßt die Frage, ob sie Sinnesorgane sind, offen.

Organe der Ernährung

Der Ernährungskanal der Acranier verläuft vollständig gerade von vorn nach hinten. Wir können im ganzen Ernährungssystem 7 verschiedene Teile voneinander unterscheiden. Zunächst den Mund, der durch das schon genannte Velum vom nächsten Abschnitt, dem Kiemen- oder Vorderdarm, getrennt wird. Hinter ihm, durch eine enge Öffnung mit ihm zusammenhängend, liegt ein Darmteil, der als Magen bezeichnet werden kann und von dem ventral ein nach

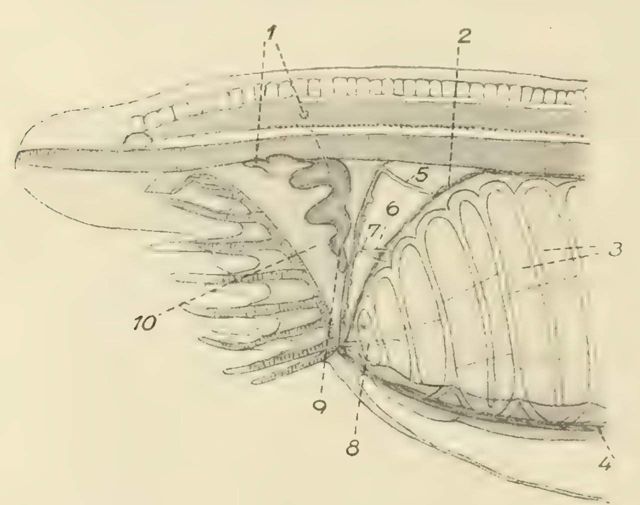


Figur 66. Acrania. *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Teil eines Tentakels.* (*1*) Epithelknospen (Sinnesknospen); (*2*) Skelett des Tentakels; (*3*) Nervenzellen (schwarz gefärbt). (Nach Dogiel)

vorn gerichteter Blindsack abzweigt, der normalerweise rechts vom Kiemendarm liegt: der Leberblindsack. Seine Einmündung in den Magendarm bezeichnet den Beginn des eigentlichen Darmes, der wieder in einen Mittel- und Enddarm gesondert ist. An ihrer Grenze liegt ein durch größere Dicke auffallender Ring, der nach van Wijhe als Ilio-Colonring zu bezeichnen ist (Figur 71).

Der Mund, seine Umgebung und seine Entwickelung

Der Mund liegt ventralwärts gerichtet, also nicht vorderständig; die Mundhöhle ist geräumig. Ihre Öffnung wird von den bereits besprochenen Zirren (oder Tentakeln) umgeben, die basal durch die Lippen vereinigt sind (Figur 67). Oben wird die Mundhöhle von der Chorda und den vorderen Myomeren, seitlich durch Integumentfalten begrenzt. Ein meist stark pigmentiertes Zylinderepithel kleidet sie aus, dessen Epithelzellen zum Teil eine Geißel besitzen. Im inneren Teil der Mundhöhle verändert das Epithel seine Beschaffenheit und besteht dort aus sehr schmalen, aber hohen Zellen mit langen Geißeln. Diese Region ist lappig oder fingerförmig begrenzt und wird als Wimperorgan, Räderorgan oder Flimmerorgan bezeichnet (Figur 67, 69). Ihre Aufgabe besteht in der Erzeugung einer Wasserströmung gegen das Mundinnere, die bei der Nahrungsaufnahme eine bedeutende Rolle spielt. Nach hinten wird die Mundhöhle, wie bereits erwähnt, durch das Velum abgeschlossen (siehe dort). Nach van Wijhes Ansicht ist der Mund einer Kiemenspalte zu homologisieren; van Wijhe begründet das damit, daß die Muskulatur des Larvenmundes vollkommen der einer Kiemenspalte entspricht: vorderer und hinterer Mundmuskel sind den Quermuskeln, die die Kiemenspalte zwischen sich einschließen, gleichzusetzen, der Velarmuskel entspricht den halbkreisförmigen Fasern des Schließmuskels um den Kiemenporus.



Figur 67. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *vorderer Körperabschnitt eines jungen, $5^1/_2$ mm langen Tieres mit 12 Paaren von Kiementaschen.* Der rechte Arm des Wimperorgans ist durch eine punktierte Linie angegeben. Von den 7 Zirren sind einige der rechten Seite nicht abgebildet. (*1*) Körper des Wimperorgans; (*2*) linkes Peripharyngealband; (*3*) 4. Kiemenspalte; (*4*) Glandula thyreoidea (Endostyl); (*5*) 1., (*6*) 2., (*7*) 3., (*8*) 4. Velartentakel; (*9*) linker, (*10*) rechter Arm des Wimperorgans. 93-fache Vergrößerung. (Nach v. Wijhe)

Die Entwickelung des Mundes, die unter anderem der eben erwähnte Autor gleichfalls eingehend untersucht hat, ist eine ziemlich komplizierte und die Deutungen der Beobachtungen weichen im einzelnen bei verschiedenen Autoren einigermaßen voneinander ab. Schon Hatschek legte dar, daß der Larven-Mund nicht mit dem des erwachsenen Tieres identisch sei, daß er vielmehr der Öffnung des Velums entspräche, das die Mundhöhle, wie bereits erwähnt, von der Höhle des Kiemendarmes sondert. Nach van Wijhe wird dieser letztere, der *Larven-Mund*, als Tremostoma, die definitive Mundöffnung als Metastoma bezeichnet,

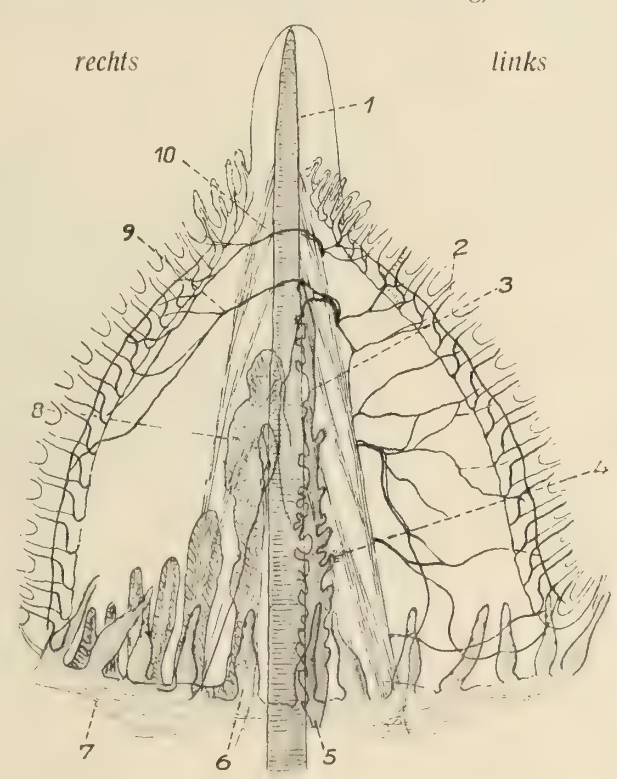
mit dem Ausdrucke Autostoma dagegen die Öffnung des Wimperorgans, die nach seinen Ausführungen der *Mundöffnung der Cranioten* entspricht. Der definitive Mund bildet sich dadurch, daß der Larvenmund, das Tremostoma, sich zum Abschluß des 3. postembryonalen Entwickelungsstadiums, des postlarvalen, nach innen einstülpt, wobei sich gleichzeitig von ihm eine Längsfalte bildet, die sich an der linken Seite des Larvenmundes und des Flimmerorgans hinzieht und diese dadurch in Verbindung mit der entstehenden Mundhöhle setzt. In der endgültigen Mundhöhle des erwachsenen Tieres ist das Flimmerorgan vollständig aufgenommen.

Die Veränderungen der Mundregion während dieser Entwickelung, wobei der Mund auch verschiedene Stellungs- und Größenänderungen durchmacht, sind recht mannigfaltige (siehe zum Teil den Abschnitt Entwickelung).

Der vor dem Autostoma liegende Darmabschnitt wird als mandibularer Darmabschnitt oder präoraler Darm bezeichnet. Zwischen Autostoma und Tremostoma liegt der linke Mandibularbogen, der in sich die Mandibularhöhle birgt. Sie trennt sich im Lauf der weiteren Entwickelung in die Velarhöhle und die innere Lippenhöhle.

Der Mandibularbogen trägt die bewimperte Mandibularpapille, an deren Basis zum Teil der Präoralmuskel inseriert. Sein Antagonist ist der vordere Mundmuskel, der gleichfalls teilweise an der Mandibularpapille festgeheftet ist. Die Papille verschwindet bald. Durch eine Dorsalfalte, den Beginn der linken Wange, wird dann Autostoma und Tremostoma überwölbt.

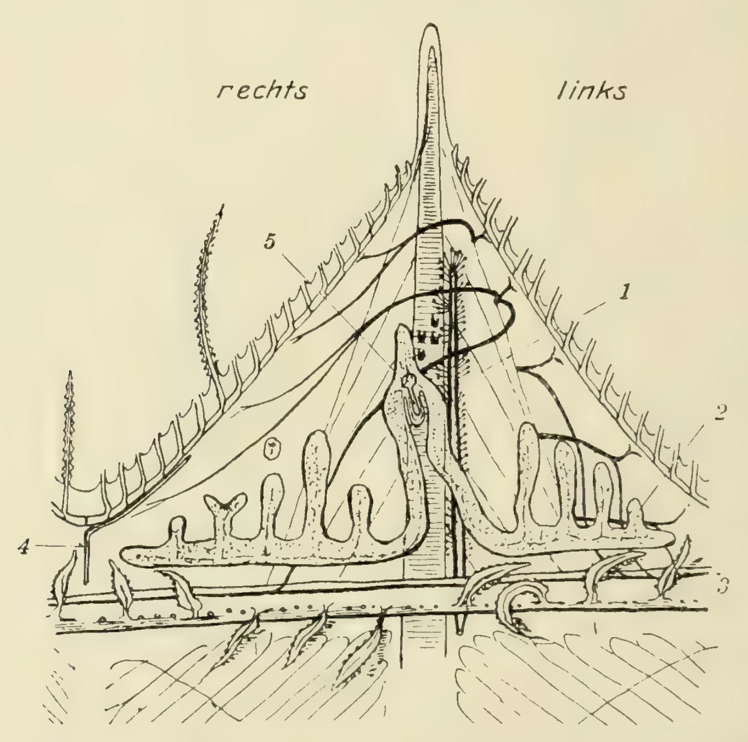
Am hinteren Rande des Mundes inseriert der hintere Mundmuskel, der von dem die Innenwand des Seitenmuskels bekleidenden Blatt ausgeht.



Figur 68. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Vorderende eines erwachsenen Tieres, von unten gesehen.* Die Bukkalhöhle ist durch einen Schnitt längs der ventralen Mittellinie geöffnet. Hatscheks Nephridium liegt an der linken Seite der Chorda (auf dem Bilde natürlich rechts). (*1*) Chorda; (*2*) Zirren (Mundtentakeln); (*3*) Hatscheks Nephridium; (*4*) Solenozyten; (*5*) äußere Öffnung von Hatscheks Nephridium; (*6*) Velartentakeln; (*7*) Velum; (*8*) keulenförmige Drüse; (*9*) Nerv; (*10*) 1. Myotom. (Nach Goodrich)

Nun bilden sich am vorderen Mundwinkel die ersten Velartentakel, die Velarhöhle nimmt ringförmige Gestalt an. Im Stadium der geringsten Mundgröße dürfte die Nahrungsaufnahme beinahe oder gänzlich aufhören und die Larve hauptsächlich durch Histolyse ernährt werden, insbesondere durch die in diesem Zeitpunkt zur Auflösung gelangenden Muskelfasern der Kiemenmuskulatur.

Die Velartentakel, deren Anzahl durch Einwachsen von neuen zwischen den ersten zunimmt, vergrößern sich, werden dann wieder zurückgebildet, um schließlich die schlanken, fadenförmigen Gebilde des ausgewachsenen Tieres zu bilden. Das Velum nimmt dann allmählich auch seine definitive Querstellung ein und nähert sich dem Wimperorgan, ohne sich jedoch mit ihm zu vereinigen. In seiner endgültigen Gestalt bildet schließlich das Velum eine kreisförmige, diaphragmaähnliche, mit Muskeln versehene Falte, die eine Anzahl kleiner, gegen die Kiemenhöhle vorragender Fortsätze trägt. Sie wird durch einen von Bindegewebe umgebenen Skelettstab, ähnlich wie die Zirren des Mundes, gestützt, von wimperndem Epithel bedeckt und besitzt papillenförmige Sinnesorgane, die mit einem Kranz feiner, starrer Härchen ausgestattet sind. Auf der ektodermalen Seite des Skelettstabes verläuft ein kleiner Nerv (siehe Nervensystem). Zwischen je 2 der erwähnten Fortsätze findet sich eine Anzahl kleinerer Papillen.



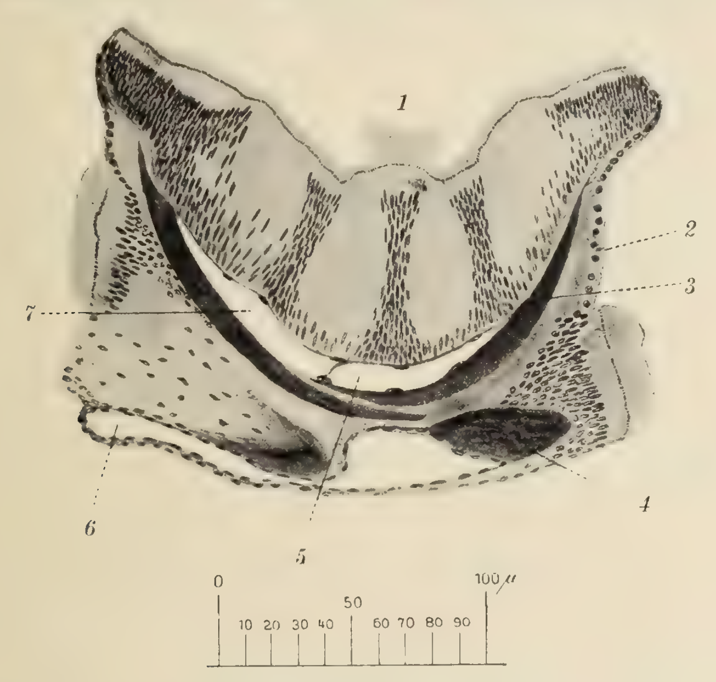
Figur 69. - Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Mundhöhle, ventral paramedial aufgeschnitten und aufgeklappt.* Von den durch die Chorda hindurch sichtbaren Becheraugen des Rückenmarkes ist die vorderste Gruppe (4 Becheraugen am 3. Myotom) gezeichnet. (*1*) Hatscheksches Nephridium (skizzierte Rekonstruktion nach Schnittserien); (*2*) Räderorgan; (*3*) Velum mit Velartentakeln und Sinnesknospen; (*4*) v. Wijhescher Lippengang (skizzierte Rekonstruktion nach Schnittserien); (*5*) Geißelgrube. (Nach Franz)

Was das Wimper-Organ (Räder-Organ) anbetrifft, so besteht dieses beim ausgewachsenen Tiere aus einem in der Region der Chorda befindlichen Körper, dem auch die sogenannte Hatscheksche Grube angehört, die dann rechts von der Chorda am Dach der Mundhöhle liegt (Figur 68, 69) und einem an den Wangen liegenden rechten und einem erst postlarval angelegten linken Seitenarm mit nach vorn gerichteten, fingerförmigen Ausläufern. Das Organ ist nach van Wijhes Ansicht dem Haftorgan der Ganoiden zu homologisieren. Ein ganzer Knäuel

von Blutgefäßen, ein sogenannter Glomus, der mit einem großen Aorta-Ast in Verbindung steht (siehe Blutgefäße), begleitet oder umspült die Hatscheksche Grube, gegen die das Wimperorgan Nahrung, die sich dort zusammenballt, hinwirbelt. Nach den neuesten Forschungen kommt ihr exkretorische Tätigkeit zu (Hatscheksches Nephridium). Sie ist bei den verschiedenen Acraniern recht verschieden gebaut.

Die Zirren treten zuerst ventral vom Tremostoma auf, zunächst als kleine Höckerchen, die aber bald eine Scheidung in Basalstücke und Spangen erkennen lassen. Nach der Metamorphose verknorpeln sie. Ein erhöhtes Zylinderepithel überdeckt diese Zirrenanlagen.

Die Lippenhöhle, die sich später anlegt, besteht aus einer äußeren und inneren. Letztere entwickelt sich aus der einen Teil der allgemeinen Leibeshöhle bildenden Mandibularhöhle. Während der späteren Stadien der Metamorphose



Figur 70. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hypobranchialrinne* (*Endostyl*). (*1*) Hypobranchialrinne; (*2*) vakuolisiertes Epithel; (*3*) Endostylplatten; (*4*) ventrale Enden der Kiemenstäbe; (*5*) Endostylgefäß; (*6*) Kiemenarterie; (*7*) Endostylzölom. (Nach Krause)

tritt an der Basis des Zirrenskelettes ein enges, während einiger Zeit in den Darm ausmündendes Kanälchen auf, das beim ausgebildeten Tier einen feinen, allseits geschlossenen, rudimentären Gang an der Basis am rechten Lippenschenkel bildet.

Die definitiven Wangen bilden sich erst spät. Die rechte entsteht durch Aneinanderlegen des Wandendothels, das den betreffenden Teil des larvalen Zöloms gebildet hatte, die linke bildet sich aus den Zellen des sich auflösenden oberen Lippenkanals sowie der sich hinten anschließenden äußeren Lippenhöhle.

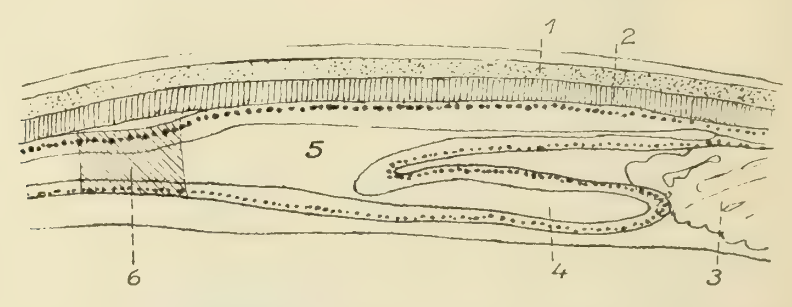
Darm

Am Darm unterscheiden wir drei Hauptabschnitte: den Vorderdarm (Prosenteron), der bis zur Einmündung der Leber reicht, den Mitteldarm (Mesenteron), von hier bis zu dem Ilio-Colonring, und den End- oder Hinterdarm (Metenteron), von da bis zum After.

Kiemendarm

Der 2., hintere dem Mund liegende Abschnitt des Prosenterons, der Kiemendarm, dient, wie sein Name schon sagt, nicht bloß verdauender, sondern auch respiratorischer Tätigkeit. Beide Funktionen sind auch räumlich abgegrenzt. Die erstere, die zunächst hier Besprechung finden soll, wird durch den oberen und unteren Teil dieses Darmabschnittes ausgeübt, während die Atmung durch die seitlich liegenden, schräg gestellten Kiemenspalten erfolgt. In dem Stadium, in dem die Anlage der rechten Kiementaschen beginnt, wird der obere nutritive Teil des Darmes, der mit der Leibeshöhlenwand verwachsen ist, von dem unteren respiratorischen, der frei in das Zölom hineinragt, durch 2 Lateralfalten, die sogenannten Grenzfalten, getrennt, die später sich allmählich ausgleichen und verschwinden. (Dieses Stadium hat übrigens große Ähnlichkeit mit dem bleibenden Verhalten von *Amphioxides.*)

Von den beiden verdauenden Streifen des Kiemendarmes wird der eben erwähnte, dorsal unmittelbar unter der Chorda befindliche, ihr dicht anliegende als Epibranchialrinne, der ventrale als Hypobranchialrinne oder Endostyl bezeichnet.



Figur 71. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *schematische Darstellung des mittleren Darmabschnittes.* (*1*) Medullarrohr; (*2*) Chorda; (*3*) Kiemendarm; (*4*) Leberblindsack; (*5*) Magendarm; (*6*) Ilio-Colon-Ring. (Nach Hammar, etwas verändert)

Die Epibranchialrinne stellt eine tiefe, nach unten offene Rinne dar, die im vordersten und hintersten Abschnitt des Kiemendarmes breiter und zugleich flacher wird, am Ende des Kiemendarmes schließlich den Darm immer mehr umgreifend, und ihn endlich in seinem ganzen Umfang röhrenförmig schließend. Die Seitenränder dieser Rinne werden durch die Peripharyngealbänder (Randwülste und vakuoläre Streifen Schneiders) gebildet, die bogenförmig vom Vorderende des Endostyls aufwärts ziehen und aus sehr hohen, stark wimpernden Zylinderepithelzellen bestehen. Die Epibranchialrinne selbst wird in ihrem mittleren Teile ebenfalls durch hohe, wimpernde Zylinderepithelzellen zusammengesetzt, die an den Rändern am höchsten sind und gegen die Mitte an Länge abnehmen. Nach Schneider lassen sich 6 Längswülste höherer Zellen unterscheiden, zwischen denen schmale Rinnen mit niedrigeren Zellen liegen.

Außen ist die Epibranchialrinne durch eine kernhaltige Membran überkleidet.

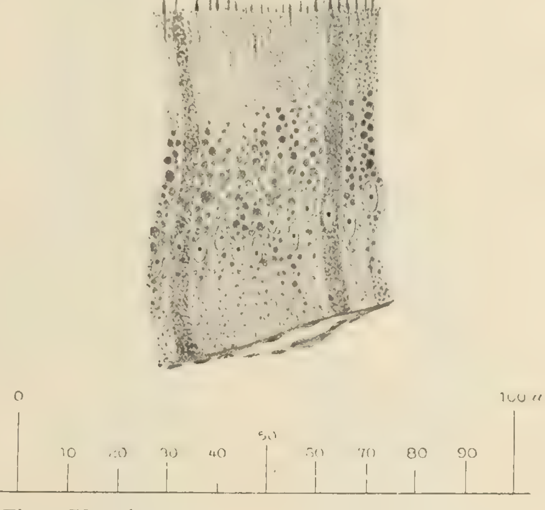
Das Endostyl (Glandula thyreoidea), das während der *larvalen Zeit* entstanden, während der Metamorphose nur langsam wachsend auf den Boden des Pharynx herabgerückt ist, verlängert sich nach dem Ende dieser Periode verhältnismäßig rasch bis zum hinteren Ende des Kiemenkorbes und wächst dann gleichmäßig mit diesem weiter. Es verläuft dann längs des ganzen Kiemendarmes und ist in seinem vordersten Teil leicht konvex, um darauf, sich immer mehr

abflachend, in seinem Hauptteil gleichfalls zu einer rinnenförmigen Gestalt überzugehen, deren Öffnung nach oben gerichtet ist. Es ist durch paarige, auf beiden Seiten alternierend gestellte, knorpelige Platten, die Endostylplatten (siehe auch die Kiemen!), die eine leichte Hohlkehle bilden, mit den Enden der Kiemenbogen in Verbindung und durch sie gestützt. Eine einzige Reihe sehr hoher, mit Wimpern versehener Zylinderzellen, deren Kerne in verschiedener Höhe stehen, setzt sie zusammen. In diesem Epithel sind jederseits 2 Streifen von Zellen unterscheidbar, die, gleichfalls bewimpert, drüsenartigen Charakter besitzen. Die mittleren Zellen des Endostyls tragen außerordentlich lange Geißeln.

Magen

Aus dem Bau des Endostyls erweist sich nach der übereinstimmenden Ansicht mehrerer Autoren die Homologie dieses Organs mit dem *der Tunicaten.*

Unmittelbar hinter dem Kiemendarm engt sich der Verdauungskanal stark ein, um dann kurz darauf in den »Magenabschnitt« überzugehen. Der kurze, enge Raum vor diesem wird von manchen Autoren als ösophagealer Darmabschnitt bezeichnet. Am lebenden Tier unterscheidet sich der Magenabschnitt schon durch die Färbung von den vor und hinter ihm liegenden Teilen, die hell gefärbt sind, während er wie der sich ihm anschließende Leberblindsack grüne Färbung aufweist.



Figur 72. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Epithel der Leber.* (Nach Krause)

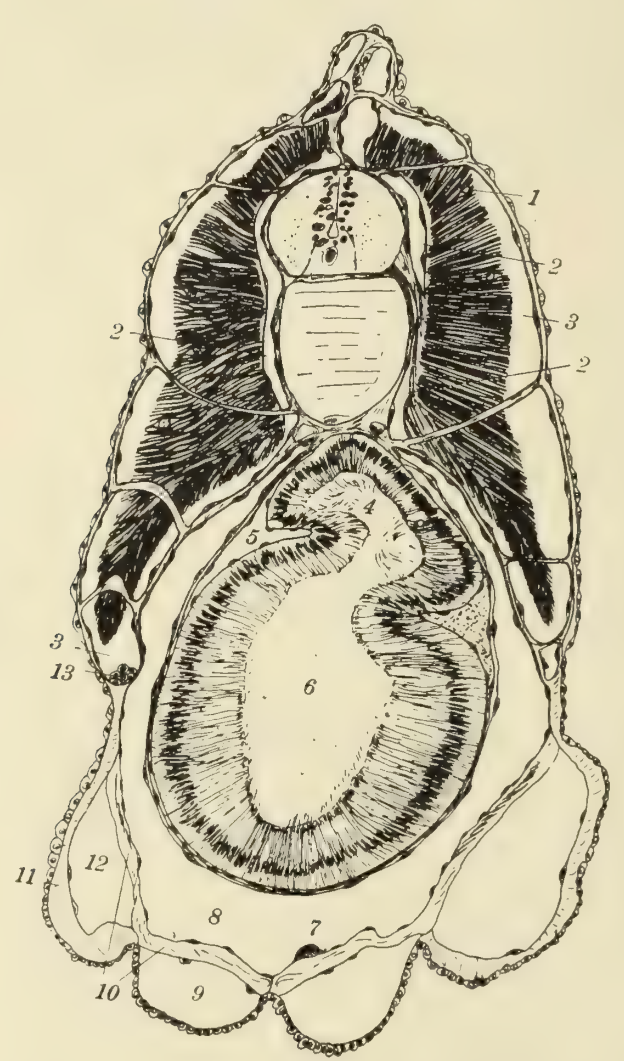
Sowohl Leberblindsack wie Magen bestehen wieder aus langen, schmalen, bewimperten Zylinderzellen mit körnigem Plasma, die des ersteren sind dunkel pigmentiert (Figur 72).

Leber

Der Leberblindsack entspringt, wie schon erwähnt, basal am vorderen Ende des Magendarmes, ist seitlich zusammengedrückt und besitzt dicke Wandungen, dagegen ein im Verhältnis zu dem des Magens enges Lumen. Er ist sowohl an das Ligamentum denticulatum (siehe dort), wie an den Kiemenschlauch durch dünne Bändchen angeheftet, wird von Blutgefäßen (siehe dort) versorgt und dient sekretorischen Aufgaben. Seine erste Anlage erfolgt im 2. Stadium der Metamorphose nach Hammars Untersuchungen zunächst als seichte Einkerbung der Darmwandung, die dadurch an dieser Stelle eine stufenartige Hervorragung bildet. Aus dieser »Leberfalte« bildet sich der zunächst noch immer median gelegene Leberblindsack durch kaudalwärts fortschreitende Abschnürung, mit der ein selbständiger Zuwachs Hand in Hand geht. Erst sekundär wird dann, wenn der Boden des Leberblindsackes die Region des Kiemendarmes erreicht hat, die rechtsseitige Lage eingenommen. Nach Franz hat der Leberblindsack unmittelbar nach der Metamorphose vermutlich eine besondere Funktion, da er bei etwa *8 Millimeter langen Tierchen* charakteristische Veränderungen aufweist, eine physiologische Degeneration, die sich darin äußert, daß er von Zellmassen erfüllt

ist, die aus seiner Wand stammen und auch ins Darminnere gelangen. Diese Zellen werden kugelig, blaß, trüb und vakuolisiert, ihre Kerne kleine, stark färbbare, einer Vakuole anliegende Körperchen.

Die Entwickelung der Leber entspricht in ihren Hauptzügen völlig der *der Vertebraten*, unterscheidet sich von ihr aber dadurch, daß kein Parenchym angelegt wird.



Figur 73. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt eines am Ende der Metamorphose stehenden Tieres* im Bereich des Überganges zwischen Darm und Leberblindsack. (*1*) Muskelkerne; (*2*) Sklerozöl; (*3*) Myozöl; (*4*) Darm; (*5*) Zölom; (*6*) Leberblindsack; (*7*) ektodermaler Drüsenstreifen; (*8*) Atrium; (*9*) artifiziell erweiterter Raum; (*10*) Quermuskel; (*11*) Bindegewebe der Atrialfalte (Peribranchialfalte); (*12*) Pterygialhöhle; (*13*) Gonadenlage. (Nach Franz)

Unmittelbar hinter dem Magendarm, also dem Mesenteron, liegt der von van Wijhe als Ilio-Colonring bezeichnete Darmabschnitt, der sich durch seinen verschiedenen Bau deutlich von ihm, sowie dem Enddarm abhebt. Seine Wände sind dünner als die der benachbarten Teile und bestehen aus ganz schmalen Zellen und sehr starken, langen Geißeln, die um ein Vielfaches länger sind, als die der anschließenden Darmteile.

Der Ring wandert während des *Larvenstadiums* und der darauffolgenden Metamorphose deutlich nach vorn und liegt schließlich beim ausgebildeten Tier vor dem Atrioporus, wodurch der Mitteldarm verkürzt, der Enddarm verlängert wird.

Enddarm

Der Enddarm besitzt eine dünnere Wandung als der Mitteldarm und ist auch enger, so daß man nicht von einem Dickdarm sprechen kann.

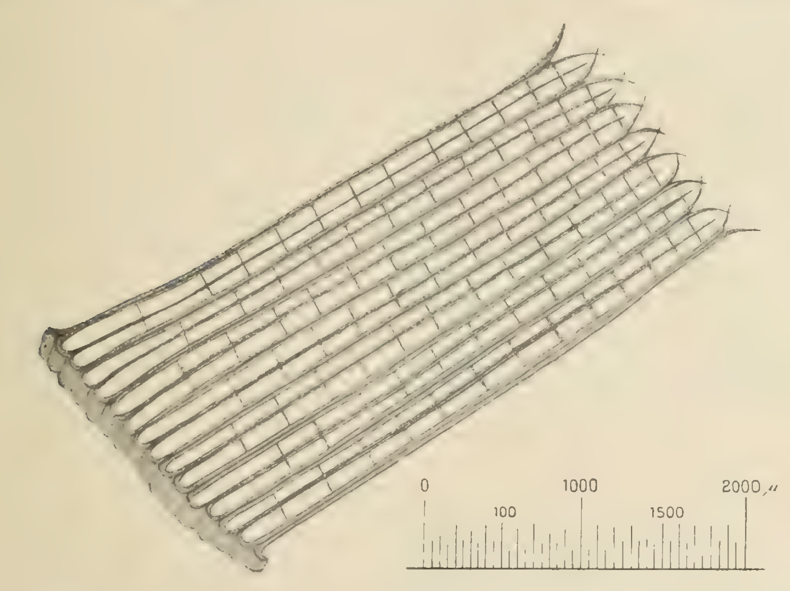
Insbesondere im Ilio-Colonring wird die Nahrung durch die Flimmerbewegung der Zilien in eine spiralige Drehung gebracht, die also in gewisser Beziehung der Nahrungswanderung durch die *Spiralklappe bei Selachiern* entspricht.

Über dem Darmepithel liegt eine Schicht Bindegewebe, in dem außer zahlreichen Kapillaren, den ganzen Darm einhüllenden, miteinander vielfach anastomosierenden Gefäßen (siehe dort) auch glatte Muskelfasern enthalten sind, die der Hauptsache nach quer verlaufen.

Eine zweite, über dieser liegende, gleichfalls Muskelfasern enthaltende Schicht von Bindegewebe ist gefäßleer. Sie wird auf ihrer äußeren Fläche vom Epithel des Peritoneums überzogen.

Kiemen-Darm

Der vordere Teil des Darmes ist, wie schon erwähnt, als Kiemendarm ausgebildet, und zwar besteht der respiratorische Abschnitt aus den Seitenteilen dieses Kiemendarmes, die zwischen der dorsalen Epibranchialrinne und der ventralen Hypobranchialrinne gelegen sind. Eine große Anzahl von Kiemenspalten, die mit dem zunehmenden Alter des Tieres sich noch vermehren und bis nahezu auf 200 ansteigen können, durchbricht die Wandungen dieses Abschnitts.



Figur 74. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *ein Stück des isolierten Kiemenkorbes.* (Nach Krause)

Im Leben, insbesondere bei offenstehendem Kiemendarm, stehen die Kiemenspalten nahezu senkrecht, durch die Muskelkontraktionen werden sie schräg gestellt, und zwar von oben vorn nach unten hinten. Sie erreichen im mittleren Teil des Kiemendarmes ihre größte Höhe und nehmen dort dessen Seitenwand von oben bis nach unten ein, während sie vorn und hinten an Höhe abnehmen.

Ein Gerüst aus dünnen, parallel verlaufenden Stäbchen, die sich um die Kiemenspalten herumziehen, dient als Stütze des Kiemenapparates. Nach ihren unteren Endigungen kann man im Wesentlichen 2 Arten von Stäbchen unterscheiden: solche, die, an ihren unteren Enden sich gabelnd, je einen Bogen zu dem gleichgearteten vorderen und hinteren Stäbchen senden, ohne sich jedoch mit diesem zu vereinigen, wodurch eine Art Spitzbogen gebildet wird, und solche, deren unteres Ende gerade, ungeteilt ist und nicht bis an die Mitte des verkehrten Spitzbogens heranreicht.

Oben sind alle Stäbchen, sowohl die ersteren, wie die eben genannten, bogenförmig miteinander verbunden, wodurch eine Art »Arkaden« entsteht. Es ist diese Gestaltung des Kiemenskeletts mit einem umgekehrten Spitzbogenfenster verglichen worden.

Jedes dieser Fenster entspricht einer primären Kiemenspalte. Ein oder mehrere Querbalken, Synaptikel genannt, verbinden die 3 Stäbchen eines solchen Fensters. Die Zahl der Synaptikel nimmt in den einzelnen Kiemenspalten mit zunehmendem Alter zu, kann in den mittleren Kiemenspalten *bei alten Tieren* gegen 20 erreichen, während die hintersten und vorderen Kiemenspalten nur wenig, manchmal nur 1, die erste überhaupt keine aufweisen können.

Die unten gegabelten Stäbchen, die die Seiten des Fensters, den »Fensterrahmen« bilden, und ursprünglich aus 2, später der Hauptsache nach verschmolzenen nebeneinanderliegenden Stäbchen bestehen, stützen die primären Kiemenbogen, die durch das von der dorsalen Seite beginnende Auswachsen eines sekundären Bogens, eines sogenannten »Zungenbogens«, dann in 2 Kiemenspalten geteilt werden. Das mittlere Stäbchen, das diese Zungenbogen stützt, unten einfach endigend, wird daher auch Zungenbalken genannt.

Die Skelettstäbchen bilden sich von 2 Teilen aus. Zunächst entsteht am vorderen Rand der neu in Bildung begriffenen Kiemenspalte das primäre Stäbchen, das sich an das der vorderen Kiemenspalte anlegt und allmählich, nach oben und unten wachsend, sich unten etwas leichter, oben stärker krümmt, dort einen Bogen bildet, von dem aus der Zungenbalken sich entwickelt. Über dieser Zungenbalkenanlage bildet sich nochmals eine nach hinten gerichtete Spitze, die Anlage der zweiten »Arkade« dieser Kiemenspalte. Das hintere Stäbchen entsteht selbständig am hinteren Rand der Kiemenspalte, wächst dorsal weiter und legt sich an das eben erwähnte Arkadenstück dicht an (von Spengel wird es »Bügel« genannt).

Die Synaptikel, die am ventralen Ende der Gabel, am Endostyl, entstehen, überbrücken nach den neueren Untersuchungen die Zungenbogen. Sie sind ziemlich variabel in ihrer Stellung und Entwickelung. In der Regel steht der entsprechende Synaptikel einer vorderen Kiemenspalte höher als der der nachfolgenden (Figur 75).

An die Seitenteile des Kiemengerüstes schließt sich unten ein System von »Endostylarplatten« an, die das Endostylarskelett bilden. Es sind auf den beiden Körperseiten alternierend gestellte Platten von der Gestalt einer halben, gestreckten Ellipse (Figur 75), von denen jede je einer Gabel eines primären Bogens entspricht. Die Spitze jeder von ihnen reicht über die Mittellinie auf die andere Seite hinaus, so daß sie sich gegenseitig teilweise derartig überdecken, daß, von unten gesehen, der vordere Rand obenauf liegt, während der hintere überdeckt wird. Die Platten stehen in kontinuierlichem Zusammenhang miteinander und besitzen auch eine unmittelbare Verbindung mit den ihnen entsprechenden Gabeln, deren Substanz in die ihre übergeht.

Sowohl die Kiemenstäbe und die Synaptikeln wie die Endostylplatten bestehen aus bindegewebiger Substanz, die der das Tentakelgerüst aufbauenden in ihrem feineren histologischen Bau außerordentlich ähnlich ist, wobei jedoch der fibrilläre Bau des knorpelartigen Gewebes bei den erstgenannten viel deutlicher ist, als bei den Tentakeln.

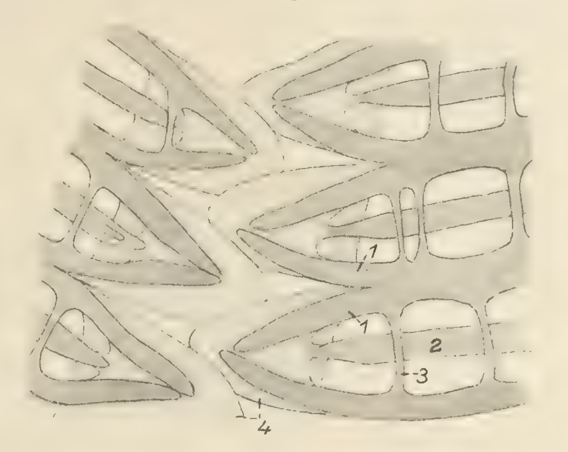
Die Mehrzahl der Autoren betrachtet die Kiemenstäbchen als spezialisierte Teile der Cutis, von der sie sich differenziert haben.

Die eben beschriebenen Skeletteile der Kiemen werden durch ein ziemlich kompliziert gebautes, einschichtiges Epithel überdeckt, das in seinem größten

Teil bewimpert ist. Sein Bau ergibt, wenn man einen Querschnitt (an dem er am leichtesten zu studieren ist) betrachtet, folgende Einzelheiten (Figur 76):

Die Skeletteile, die dem Atrium genähert liegen, sind in ihrem, dem Atrium zugekehrten, also äußeren Teile am breitesten, werden dort etwa bogenförmig abgegrenzt und verjüngen sich gegen innen zu, so daß ein Querschnitt durch sie ungefähr das Bild eines Sektors oder eines Deltoids mit etwas abgerundeten Ecken zeigt, dessen spitzer Winkel nach innen gerichtet ist.

Nach außen hin, also gegen die Atrialhöhle, bildet eine Reihe von wimperlosen Drüsenzellen, zwischen denen bei den primären Bogen kleine Deckzellen gelagert sind, das Atrialepithel, das sich in den Zungenbogen unmittelbar an das Kiemenskelett anlegt, bei den primären Bogen jedoch durch ein kleines Zölom von diesen abgehoben erscheint. Die Drüsenzellen sind länglich-oval und werden gegen die Ränder des Streifens zu etwas niedriger. Dort, also an den seitlichen Kanten des Deltoids, schließt sich jederseits ein Streifen von pigmenthaltigen, ziemlich niedrigen — etwa kubischen —, gleichfalls unbewimperten Zellen an, der in die sehr hohen, schmalen Zellen der Seiten des Kiemenbogens übergeht. Diese sind mit je einer großen Geißel versehen und bedecken die beiden einwärts gerichteten Seitenkanten des durch das Skelett gebildeten Deltoids (die Radien des Sektors), von deren Spitze aus eine kernhaltige Membran (die Septallamelle oder Septalmembran) ausgeht. Durch sie wird der Hauptkörper des eigentlichen Kiemenbogens in einen vorderen und hinteren Teil geteilt. Sie umgibt auch das Kiemenskelett mit einer feinen Hülle.



Figur 75. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *untere Abschnitte dreier Paare von »Kiemenskelettgabeln« mit den zugehörigen Endostylplatten, von der oberen Seite gesehen.* (*1*) bogenförmige Schenkel des primären Kiemenbogenskelettes; (*2*) Skelett des Zungenbogens; (*3*) Skelettachse der Synaptikel; (*4*) Endostylplatte. 115-fache Vergrößerung. (Nach Spengel)

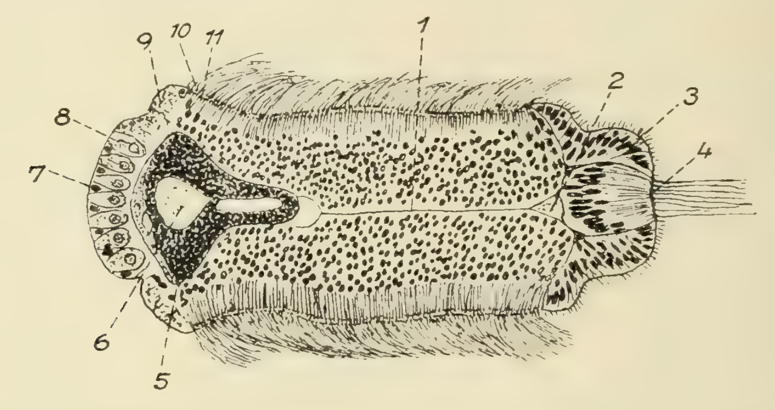
Da die Kerne dieses Hauptstreifens, des Seitenstreifens, in verschiedener Höhe liegen, macht er den Eindruck der Mehrschichtigkeit, besteht aber doch tatsächlich, wie schon bemerkt, nur aus einer Reihe langer Zellen.

Die Septallamelle umschließt auch das innere Blutgefäß der Kiemenbogen (siehe Blutgefäße), zu dessen beiden Seiten das eben erwähnte, hoch bewimperte Seitenepithel aufhört, um in das mit nur ganz kleinen Wimpern versehene, aus niederen Zellen bestehende Flügelepithel überzugehen. Es wird durch 2 Äste, in die sich die Septallamelle an dem eben genannten Blutgefäß teilt, von dem Seitenstreifen getrennt und bildet den seitlichen Teil der inneren Kante des Kiemenbogens, die dem Darmlumen zugekehrt ist, während der mittlere Teil dieser Innenkante durch eine Reihe von ebenfalls wieder langen, schlanken, mit großen Wimpern versehenen Zellen gebildet wird, das Innenepithel. Die Wimpern dieser Zellen sind auch denen der Seitenstreifen an Länge und Stärke überlegen.

Seitenstreifen, Flügel- und Innenepithel werden als pharyngeales Epithel dem atrialen gegenübergestellt, das schon durch seine unbewimperten Zellen sich von dem ersteren unterscheidet. Auch das Epithel der Synaptikel ist unbewimpert.

Außer den Blutgefäßen, die an anderer Stelle besprochen werden, durchziehen die Kiemenbogen Zölomhöhlungen, von denen wir bereits eine genannt haben. Sie liegt atrialwärts dem Skelettstab an und ist durch einfaches Plattenepithel ausgekleidet, das dem gleich ist, das die mit ihm in Verbindung stehenden Zölomabschnitte in sich schließt: unten das Endostylzölom, oben das epibranchiale, das auch suprapharyngeales oder subchordales, nach Schneider pharyngodorsales Zölom genannt wird.

Die Kiemen werden in ihrem oberen Teil durch ein eigenartig gewundenes, häutiges Band, das Ligamentum denticulatum, mit der Leibeswand



Figur 76. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Zungenbogen des Kiemendarmes im Querschnitt.* (*1*) Septum; (*2*) inneres Gefäß (im Septum); (*3*) Flügelepithel; (*4*) Innenepithel; (*5*) Kiemenstab; (*6*) äußeres Gefäß (im Kiemenstab); (*7*) Deckzellen des Drüsenstreifens; (*8*) Drüsenzellen; (*9*) Pigmentstreifen des Atrialepithels; (*10*) Basalkörner des Seitenepithels; (*11*) innere Körner des Seitenepithels. (Nach K. C. Schneider und Benham)

in Verbindung gebracht, dergestalt, daß dieses Band sich an die primären Kiemenbogen, die Zungenbogen überspringend, anlegt und (gleichfalls eine Art Arkadensystem bildend, in dessen Innerem jeweils die Zungenbogen wie in »Lünetten« liegen) an die Leibeswand zieht. Von oben gesehen, zeigt dieses Ligament etwa die Gestalt eines nach rechts und links gebogenen Wellbleches. Es trennt die Kiemenhöhle von dem zwischen Kiemendarm und Chorda liegenden, bereits erwähnten epibranchialen Zölom. An dem Ende des Kiemendarmes legt sich dann das Ligamentum unmittelbar an die Chordascheide an, so daß dort der eben genannte Zölomabschnitt zu Ende geht.

In dieser Gegend verändert sich übrigens auch allmählich das Atrium, das nicht bloß bis zum Atrioporus zieht, sondern bei den verschiedenen Gattungen der Acranier mehr oder weniger weit nach hinten reicht. Seine ventrale Wand hebt sich hinter dem Atrioporus von der Leibeswand ab und es bildet also dort eine Art Röhre, die jedoch bald unsymmetrisch wird, da ihr linker Teil verschwindet und das Atrium nur noch auf der rechten Körperseite, meist bis nahe an den After zieht.

Auch die Wand des Atriums besteht aus einem einschichtigen Epithel.

Der Atrialraum hat nach Ansicht einiger Forscher den Zweck, das Eindringen von Sand in den Kiemenapparat zu verhindern.

Aus der Entwickelung dieser Teile des Tieres sei noch folgendes erwähnt:

Die Gesamtheit des Kiemenepithels *des erwachsenen Tieres* wird, während die Seiten und der Rückenteil des Larvenpharynx ausschließlich der hyperpharyngealen Grube und einem benachbarten Pharynxepithelium des erwachsenen Tieres entsprechen, durch einen sehr schmalen Streifen auf der ventralen Pharynxwand *der Larve* dargestellt. Dieser, sowie die benachbarten Teile der Atrialhöhle, vergrößert sich dann unverhältnismäßig im Vergleich zu den anderen Teilen.

Was im besonderen die Entwickelung der Atrialhöhle betrifft, so wird diese (nach Mc Bride) zunächst durch die 2 Atrialfalten eingeleitet, die zu einer sehr frühen Entwickelungszeit als niedere, breite, seitliche, mit einer Höhlung versehene Erhebungen entstehen. Diese Höhlung wird durch Ausbuchtung der Kragenhöhlung (Kollarhöhlung des 1. Myotoms, siehe Zölom) gebildet.

Auf der äußeren Seite verdickt sich das Ektoderm dieser Falten durch glasklare Zellen zu den Metapleura, in deren Innerem sich ein Lymphkanal bildet. Die Ausdehnung der Kragenhöhle in die Atrialfalten, das Metapleuralzölom, verwandelt sich später in eine kompakte Zellmasse, die die Muskeln in der Umgebung der Kiemenöffnung und höchstwahrscheinlich später auch den Subatrialmuskel bildet.

Gleichzeitig verstärken sich die Atrialfalten und vereinigen sich unter der ventralen Körperfläche, so daß sie nun das Atrium völlig einschließen. Die Kiemenbogen werden während der Metamorphose von je einem Sphincter umgeben, der aber später verschwindet.

Wie bei der Schilderung der allgemeinen Entwickelung erwähnt wird, rücken die larvalen linken Kiementaschen in der Mundgegend später auf die rechte Seite hinüber. Das äußert sich auch in der Lage der *larvalen* Kiemenmuskulatur, die mit dem einen Ende an der rechten Körperseite inseriert, niemals aber die linke Körperseite erreicht. Sie hätte demnach die Aufgabe, die Kiemen auf diese Seite »herüberzuziehen«.

Die definitiven Anlagen der rechten Kiementaschen entwickeln sich als Verdickungen der Darmwand; sie wachsen dann gegen das Atrium, vereinigen sich mit ihm und brechen schließlich in dieses durch.

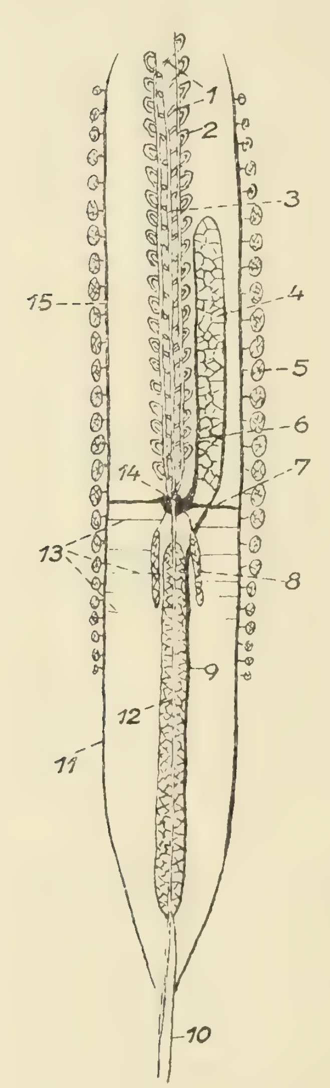
Der Zungenbalken der Larven ist rein entodermalen Ursprungs und wird zu Ende der Metamorphose, ventral weiterwachsend, vom ektodermalen Atrialepithel überkleidet. (Siehe auch Entwickelung.)

Gefäßsystem

Der Blutkreislauf der Acranier vollzieht sich in einem Gefäßsystem, das kein eigentliches Herz besitzt (obwohl von manchen Autoren, so von van Wijhe, der Sinus venosus als solches bezeichnet wird), sondern dessen Hauptstämme kontraktil sind. Man kann diese Kontraktionen, die sehr langsam und wellenförmig auftreten, am lebenden *jungen Tier* beobachten. Das Blut ist völlig farblos und der Lymphflüssigkeit, die alle Höhlungen des Körpers ausfüllt, so ziemlich gleich. Das Gefäßsystem selbst zeigt folgende Verhältnisse. Der Sinus venosus, das Herz nach van Wijhe, ist immer dicht hinter dem Kiemenkorb gelegen, auch während der Entwickelung. Das heißt also, daß er sich mit der Entwickelung weiterer Kiemenspalten auch zugleich mit nach hinten verschiebt. Beim *erwachsenen Tiere* wird er von Spinalnerven versorgt, die

weiter kaudalwärts liegen als die entsprechenden bei *den Cranioten*; bei der Rückwärtsverschiebung werden auch immer weitere, nach hinten liegende Äste mit einbezogen.

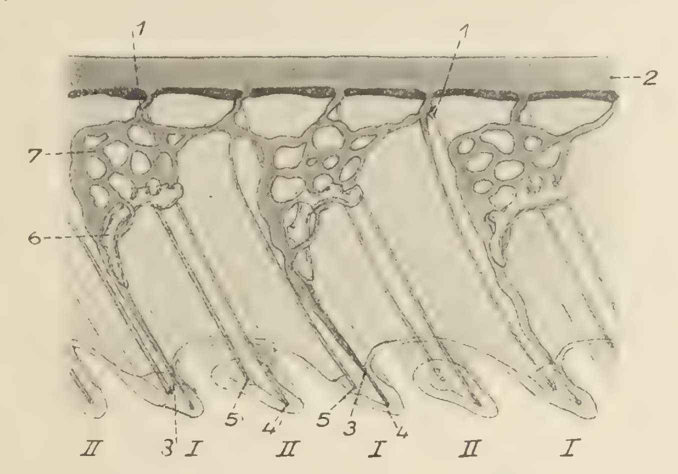
Unterhalb der Hypobranchialrinne verläuft im Endostylzölom eine große Arterie, die Kiemenarterie (Endostylarterie nach Možeiko, Truncus arteriosus). Sie ist ziemlich gleichmäßig dick und erstreckt sich in der Mittellinie des Körpers längs der ganzen Kiemen von der Velargegend bis zum Ende des Ösophagealabschnittes des Darmes. Die Kontraktionen gehen in dieser Arterie von hinten nach vorn. Zu beiden Seiten dieser Kiemenarterie liegen kleine, gleichfalls kontraktile Erweiterungen, die sogenannten Bulbilli. Ihre Lage entspricht der Basis je eines primären Kiemenbogens. Sie sind daher so wie diese nicht einander gegenüberliegend gestellt, sondern wechseln auf beiden Seiten des Körpers jeweilig miteinander ab. Ihre Kontraktion erfolgt nach der des Truncus arteriosus. Von jedem Bulbillus entspringen 3 Gefäße: Zunächst eines, das den betreffenden primären Kiemenbogen versorgt und das als Aortenbogen oder Zölomgefäß zu bezeichnen ist. Es verläuft dicht am Zölomkanal zwischen diesem und dem Atrialepithel des Kiemenbogens und umzieht den ganzen Kiemendarm. Von den beiden anderen Gefäßen, die aus den Bulbillen stammen, dem äußeren und dem inneren Achsengefäß, verläuft das erstere am inneren Rand des Kiemenstabes, das letztere, das übrigens außerdem auch noch durch einen eigenen Gefäßzweig unmittelbar mit der Kiemenarterie in Verbindung ist, dicht unter dem Pharyngealepithel (Figur 76). Die sekundären Kiemenbogen besitzen nur die beiden letztgenannten Gefäße, die sich ventral miteinander vereinigen und mit dem Truncus arteriosus nicht in unmittelbare Verbindung treten, dagegen durch Quergefäße, die vom Zölomgefäß des primären Bogens zum äußeren Achsengefäß des sekundären Bogens ziehen, eine solche Verbindung mittelbar erhalten.



Figur 77. Acrania.— *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schema des Blutkreislaufes.* (*1*) Bulbilli; (*2*) Aortenbogen; (*3*) Kiemenarterie; (*4*) Leberpfortaderkreis; (*5*) Gonadengefäße; (*6*) Lebervene; (*7*) Ductus Cuvieri; (*8*) Parietallakune; (*9*) Vena subintestinalis; (*10*) Vena caudalis; (*11*) hintere Kardinalvene; (*12*) Aorta descendens; (*13*) Quervenen; (*14*) Sinus venosus; (*15*) vordere Kardinalvene. (Nach Grobben und Zarnik, kombiniert)

Dicht unter dem Endostylepithel befindet sich nach den Untersuchungen mehrerer Autoren überdies auch noch ein longitudinales Gefäßgeflecht, das, mit Endothel ausgekleidet, sowohl mit den inneren Achsengefäßen, als mit den Bulbillen Verbindung besitzt und längs der ganzen Hypobranchialrinne verläuft. Die 3 Kiemengefäße nehmen, wie insbesondere Boveris mustergültige Untersuchungen ergeben haben, im dorsalen Teil des Kiemendarmes

verschiedenen Verlauf. Während die inneren Achsengefäße der primären und der Zungenbogen, sowie die äußeren Achsengefäße der primären Bogen durch ein weiter werdendes, kurzes Gefäß, von dem gleich noch die Rede sein soll, unmittelbar in den dorsalen Aortenstamm übergehen, schaltet sich zwischen dem Zölomgefäß des primären Bogens und dem äußeren Achsengefäß des Zungenbogens je ein Gefäßgeflecht, ein Glomerulus ein, das dem zu den beiden Bogen gehörigen Nierenkanälchen entspricht. Das Zölomgefäß ist im Bereich dieses Geflechtes, das es vorn begrenzt, erweitert und sendet in der Hauptsache horizontal verlaufende Nebengefäße in dieses ab (siehe Figur 78). Es bildet auch den oberen Rand dieses Geflechtes. Von der seitlichen Fläche gesehen, besitzt dieses etwa die Gestalt eines gleichschenkeligen, nahezu oder ganz rechtwinkeligen Dreiecks, dessen Schenkel durch den senkrecht aufsteigenden und den horizontal nach hinten führenden Teil des Zölomgefäßes gebildet werden. Etwa in der Mitte der schräggestellten Hypothenuse dieses Dreiecks mündet auch das äußere Achsengefäß des Zungenbogens in den Glomerulus ein. Zwei kurze, dicke Ausführungsgefäße — von denen das eine etwa in der Mitte, das zweite am hinteren Ende des oberen, horizontalen Schenkels gelegen ist — gehen gleichfalls in den dorsalen Aortenstamm. In diese kurzen Abführungsgänge, die als gemeinsame Kiemen-Nieren-Vene oder Kiemen-Nephridien-Vene bezeichnet worden sind, münden, wie oben bereits erwähnt, auch die an der Glomerulusbildung nicht beteiligten Gefäße (Figur 78).



Figur 78. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *ein Stück des dorsalen Teiles des linken Kiemendarmes mit 3 Nierenkanälchen und den entsprechenden Teilen des Blutgefäßsystems, von der Seite gesehen. I*, primärer, *II*, sekundärer Kiemenbogen. (*1*) gemeinsame Kiemennierenvene; (*2*) Aorta; (*3*) Zölomgefäß des primären Kiemenbogens; (*4*) inneres Achsengefäß des primären, (*4'*) des sekundären Bogens; (*5*) äußeres Achsengefäß des primären, (*5'*) des sekundären Bogens; (*6*) Nierenkanälchen; (*7*) Glomerulus. (Nach Boveri)

Das Blut ist nach Ortons Ansicht, wenn es die Kiemenbogen verläßt, wahrscheinlich sauerstoffärmer als bei seinem Einströmen, da im Pharynx ein großer Energieaufwand für die Zilienbewegung erforderlich ist. Das Blut nimmt jedenfalls Sauerstoff in den dem Atrium benachbarten Zölomräumen auf.

Jede Körperseite des Tieres besitzt einen dorsalen Aortenstamm. Dieser ist also paarig und zieht rechts und links unterhalb der Chorda, seitlich von der Befestigungslinie des Kiemendarmes an der Chorda, von vorn nach hinten, umgeben von je einem Lymphkanal.

Die vorderen Enden der beiden Aortenstämme sind verschieden gestaltet. Der rechte mündet kurz hinter der Hatschekschen Grube in einen aus dichten Gefäßwindungen bestehenden Knäuel, der von van Wijhe als Glomus bezeichnet worden ist und in die Verlängerung der rechten Metapleuralhöhle hineingestülpt

erscheint. Er besteht aus 3 rechtwinkelig voneinander abgeknickten Abteilungen, von deren einer auch die Lippengefäße zu den Mundtentakeln abzweigen. Am Hinterrand der Hatschekschen Grube geht vom Glomus ein enges Gefäß, das Vas efferens glomi, ab, zieht neben der Chorda nach vorn und mündet, quer unter der Chorda auf die andere Seite gehend, in die vorderste Spitze des linken Aortenstammes, der keinen Gefäßknäuel bildet und als einfaches, enges Gefäß etwa bis zur Mundmitte nach vorn gezogen ist.

Die verschiedenen Phasen der Entwickelung dieses vorderen Körperabschnittes prägen sich auch im Verhalten der entsprechenden Teile von Truncus arteriosus und Aorta aus. So tritt zur Zeit der Ausbildung der kolbenförmigen Drüse der Truncus arteriosus von hinten dicht an diese heran und bildet ein dichtes, die Drüse umspinnendes Gefäßnetz, das bei ihrer Resorption eine große Rolle spielt und dann wieder zugrunde geht. Auch die linke Aorta gibt während der Metamorphose einen starken Zweig ab, der die Anlage des Glomus darstellt, und neben dem Boden der Hatschekschen Grube verläuft. Hinter dem Boden dieser Grube zur rechten Seite hinüberziehend, verdickt er sich dort und umhüllt die kolbenförmige Drüse auch mit einem dichten Gefäßnetze. Beide Gefäßnetze gehen während der Resorption der Drüse ebenfalls zugrunde.

Der rechte und linke dorsale Aortenstamm vereinigt sich hinter dem Kiemensack zugleich mit den sie umgebenden Lymphkanälen zur Aorta descendens (nach Franz ist die Aorta auch noch bis über den Anfangsteil des Magens paarig), auch Aorta intestinalis oder abdominalis genannt, die von da durch die Mittellinie des Körpers bis zum After längs der Rückenfläche des Darmes nach hinten verläuft, sodann weiter an der ventralen Seite der Chorda im bindegewebigen Skelett.

Sowohl vom rechten und linken Aortastamm, wie von der Aorta descendens gehen in jedem Myoseptum seitlich nach oben Zweige, die Dorsal-, Parietal- oder Septalarterien, zur Versorgung der Muskelsegmente ab. Sie bestehen nach Franz aus einem kurzen, dicken, ganz im massiven perichordalen Bindegewebe gelegenen dorsolateralen Ast, der am unteren Ende des benachbarten Sklerozöls endigt, durch eine dünne Bindegewebshaut zwischen den 2 Endothelien von ihm getrennt, die nur durch eine feine Durchbohrung eine Verbindung zwischen Gefäß und Sklerozöl vermittelt. Legros schildert im Gegensatz dazu diese Gefäße als reich verästelt bis in die Haut hineinreichend.

Durch ein reiches Gefäßnetz von Kapillarlakunen geht die Aorta descendens in das Venensystem über. Nach den genauen Untersuchungen von Zarnik zeigt dieses folgende Verhältnisse: Aus dem Kapillarlakunengeflecht tritt das Blut in den hinteren Abschnitt des Darmsinus und in die Kaudalvene (Vena caudalis). Auch der Darmsinus bildet ein den ganzen Darm umziehendes, fast bis an die Leber nach vorn sich erstreckendes, reiches Lakunensystem, das nach der Ansicht des genannten Autors hauptsächlich der Aufsaugung der Nahrungssäfte dient. Etwa im mittleren Drittel des Darmes entspringt aus dem Darmsinus die Vena subintestinalis. Sie erscheint vielfach an ihrem Grunde in 2 bis 3 Äste geteilt, die sich dann zu einem einzigen vereinigen. Diese Vene führt das Blut zu dem sich über die ganze Leber erstreckenden Lakunensystem, das den Leberpfortaderkreis darstellt. Aus den Leberlakunen sammelt sich das Blut in eine oder mehrere Lebervenen, die, longitudinal nach hinten gehend, sich schließlich zu einem starken

Gefäßraum, dem stärksten des ganzen Tieres, vereinigen: dem schon genannten Sinus venosus, der etwa U-förmige Gestalt besitzt. Er ist also eigentlich die erweiterte Umbiegungsstelle der Lebervene in die Kiemenarterie.

Nur ein Teil des Blutes geht diesen eben beschriebenen Weg. Ein anderer strömt durch Kapillarlakunen in die rechte und linke Vena cardinalis, von denen die erstere außerdem unmittelbar mit der Vena caudalis in Verbindung ist.

Auch in diesen beiden genannten Venen dürfte das Blut noch mehr arteriellen als venösen Charakter haben.

In der Region der Gonaden verlaufen die Kardinalvenen etwa in der Mitte der Genitalkammerhöhlen, diesen unter dem Peribranchialepithel dicht angelagert, um sich am Nabel der Gonade (siehe dort) zunächst in 4 bis 5 Äste und sodann in ein dichtes Geflecht feiner Lakunen aufzulösen, das die ganze Gonade umspült. Es ist dies die einzige Blutversorgung der Gonaden, die keine zuführenden Arterien besitzen: die Genitalvenen fungieren eben zugleich als zuführende und abführende Gefäße. Dieses Genitalvenensystem ist dem Nieren-Pfortadersystem *der Cranioten* zu homologisieren.

Von den Genitallakunen strömt das Blut wieder in die Kardinalvenen und in diesen weiter nach vorn.

In der Höhe des Sinus venosus, also am hinteren Ende der Kiemenregion, zieht von jeder Kardinalvene ein von einem Nerven begleitetes Quergefäß, der Ductus Cuvieri, zu dem benachbarten Schenkel des Sinus venosus hin und verbindet auf diese Weise die genannten Venen mit diesem letzteren. Durch diesen Ductus Cuvieri, der gewöhnlich vollkommen frei das Atrium durchsetzt, wird jede Kardinalvene in 2 Teile geteilt: einen vorderen, Vena cardinalis anterior, und einen hinteren, Vena cardinalis posterior.

In den auf den Ductus Cuvieri folgenden Metameren ziehen entweder frei durch den Peribranchialraum, an dessen Wand durch eine Duplikatur angeheftet, oder der Atrialwand anliegend in den sogenannten Müllerschen Strängen, die auch einen Nerven leiten und von Atrialepithel umkleidet sind, die »Quervenen«, die von jeder Vena cardinalis posterior gegen den Darm zu verlaufen. Sie sind entwickelungsgeschichtlich dem Ductus Cuvieri gleichzusetzen (homodyname Bildungen).

Sie münden am Darm in ein Lakunensystem, das Spalten zwischen dem parietalen Blatt des Peritoneums und dem Atrialepithel einnimmt, die sogenannte Parietallakune, die unmittelbar neben dem Ductus Cuvieri in den Sinus venosus einmündet.

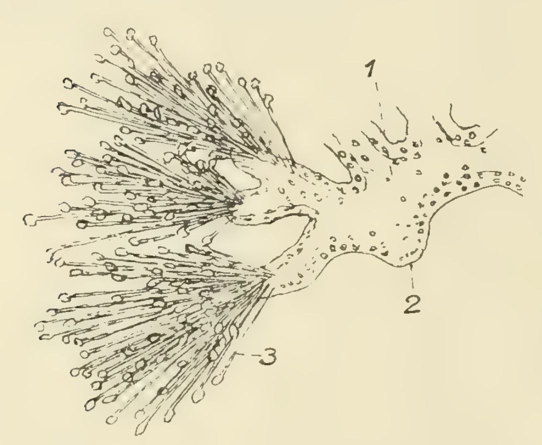
Die Quervenen zeigen außerordentlich verschiedenes Verhalten in bezug auf Stärke und Ausbildung, insbesondere die hinteren Quervenen reichen, wenigstens als wirkliche Gefäße, nicht bis zur Parietallakune, mit der sie wahrscheinlich dann nur durch feine Lakunen in Verbindung sind. Gewöhnlich sind bei bedeutender Ausbildung des Ductus Cuvieri, der auch in seiner Stärke großen Schwankungen unterworfen ist, die Quervenen sehr schwach und fehlen zum Teil sogar.

In die Vena cardinalis, insbesondere in deren vorderen Teil, mündet überdies auch das arterielle Blut aus den Parietal-(Septal-)Arterien ein, die außerdem aber auch venöses Blut in sich aufnehmen, da mit Ausnahme des durch die Parietallakunen gekennzeichneten Darmkreislaufes sämtliches Blut schließlich in die Kardinalvenen gelangt. Im besonderen sei diesbezüglich noch auf das Blut hin-

gewiesen, das aus den in der Cutis der Metapleuralfalten gelegenen Lakunen stammt.

In den großen arteriellen Gefäßen sind muskulöse Elemente sichergestellt. Das ergibt sich ja auch aus der Kontraktionsfähigkeit dieser Gefäße, während die Venen jeder Muskulatur entbehren. Nur die Aorta hat ein eigentliches Endothel, alle übrigen Gefäße sind, soweit sie nicht einfache Lakunen, also Gewebslücken darstellen, durch eine strukturlose, feine Intima ausgekleidet. Das Gefäßsystem kommuniziert aber nirgends mit zölomatischen Räumen und ist diesbezüglich als geschlossen zu bezeichnen.

Die periphere Blutversorgung der Acrania wurde durch Možeiko ausführlich untersucht. Demnach befindet sich unter der Haut des erwachsenen Tieres ein Gefäßnetz, das jederseits aus metamer angeordneten, fast senkrecht zur Längsachse des Körpers verlaufenden Venen besteht, deren Zahl jener der Myomeren entspricht, ferner aus den tiefer gelegenen, in den Ligamenta intermuscularia liegenden Intermuskularvenen, die jedes Myomer begleiten und drittens aus zahlreichen, in die Metamervenen einmündenden Kollateralästen. Diese führen das Blut aus der Rücken- sowie aus der Bauchvene zu den entsprechenden Flossen und bilden auf diesen Flossen, den Rücken- und Bauchflossen, ein reichliches Geflecht, das an den Rändern des Flossensaumes mit dem der Gegenseite anastomosiert. Solche Kollateraläste führen das Blut auch aus den Metapleuren und den Wänden der Mundhöhle. Der vorderste Ast der ersten Metamervene verzweigt sich sehr reich in dem lippenförmigen Wulst des Mundes. Seine Endverästelungen am Rande dieses Wulstes sind wieder mit ebensolchen der anderen Seite in Verbindung.



Figur 79. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *wagerechtes Endstück eines Exkretionsorgans* (Nierenkanälchens). (*1*) Exkretionskanal; (*2*) Porus; (*3*) Solenozyten. (Nach Goodrich)

Außerdem findet sich in der Gegend der Rumpfmuskeln ein reichliches Netz von Kapillaren, die in die Metamernerven an ihrer vorderen sowie hinteren Seite einmünden.

Exkretionsorgane

Die Acranier haben eine Anzahl von exkretorisch wirkenden Organen, von denen die Nierenkanälchen, die von Weiß und Boveri unabhängig voneinander entdeckt worden sind, als die wichtigsten zunächst beschrieben werden sollen. Die Nierenkanälchen erstrecken sich als paarige, branchiomere Bildungen über die ganze Kiemenregion, derart, daß zu je 2 aufeinanderfolgenden Kiemenbogen ein Nierenkanälchen gehört, das die Leibeshöhle mit dem Peribranchialraum in Verbindung setzt. Gewöhnlich liegen diese Exkretionsorgane an der Spitze jedes sekundären Zungenbogens, zum größten Teil in der Wand, die das dorsale Zölom von der Atrialhöhle trennt, also zwischen dem Zölom und dem Atrialepithel, von dem letzteren durch ein Netzwerk von feinen Blutgefäßen getrennt (Glomeruli). Sie öffnen sich ins Atrium durch einen Porus, der

dem dorsalen Ende des sekundären Kiemenbogens gerade entgegengesetzt ist. In der Folge sind diese Organe hauptsächlich von Boveri und Goodrich untersucht worden, deren Beobachtungen in gewissen Einzelheiten voneinander abweichen. Nach Boveri besteht jedes Exkretionsorgan aus einem mit kurzen Seitensprossen besetzten, innerlich bewimperten Röhrchen von rundlichem oder seitlich zusammengedrücktem Querschnitt, das sich in das Atrium durch einen Porus in Gestalt eines knieförmig abgebogenen Ausflußröhrchens in der Nähe der Mitte oder des oberen Endes (der Spitze) des sekundären Bogens öffnet. In der mittleren Region des Pharynx, wo die Kanäle am besten entwickelt sind, erstrecken sie sich nach vorn bis nahe an den Ursprung des primären Kiemenbogens, nach hinten bis zum hinteren primären Bogen, längs welchem sie auf eine kleine Strecke abwärts gehen. Längs seines Verlaufes öffnet sich jedes Röhrchen in das dorsale Zölom durch eine wechselnde Zahl schmaler Trichter, und über der Zölomwand in der Nachbarschaft jedes Trichters sind verschiedene eigentümliche, bolzen- oder stiftähnliche Zellen, sogenannte Fadenzellen, zerstreut.

Ein langer, schlanker Fortsatz, der von jeder der Fadenzellen ausgeht, ist an die Lippen des Trichters befestigt. Jede Zelle läuft nämlich in einen feinen, aber deutlich doppelt konturierten Faden aus, der mit den übrigen Ausläufern der gleichen Zellengruppe zu einem Trichter hinzieht und in der Mündung desselben eine Strecke weit verfolgt werden kann. Die Fäden ziehen frei durch die Leibeshöhle schräg abwärts in die Trichteröffnung hinein gegen die laterale Wand des Kanälchens und heften sich dort mit ihren Enden an die Zellen des Nierenkanälchens an. Gegen das vordere und hintere Ende des Peribranchialraumes zu werden die betreffenden Nierenkanälchen in ihrem Bau immer einfacher.

Der Ansicht Boveris, insbesondere bezüglich der Öffnung der Nierenkanälchen in Gestalt von Trichtern in das dorsale oder hyperbranchiale Zölom, schließen sich vor allem Felix und K. C. Schneider an.

Nach Goodrich sind die Verhältnisse des Nierenkanälchens folgende. Der äußere Porus öffnet sich an der wirklichen Spitze der Atrialhöhle, an der vorderen, äußeren Oberfläche des sekundären Kiemenbogens. Der Porus leitet in einen Kanal, der einen kurzen hinteren Ast und einen viel längeren vorderen abgibt. Letzterer zieht nach vorn bis zum nächsten primären Bogen und abwärts in die 3eckige Zölomhöhle, die durch das Ligamentum denticulatum begrenzt wird. Bei voll entwickelten Tieren geben beide Äste verschieden lange, manchmal verästelte Divertikel ab.

Gegen Boveri stellt Goodrich fest, daß die Fadenzellen der Acranier tatsächlich Solenozyten von typischer, aber etwas eigentümlicher Struktur sind.

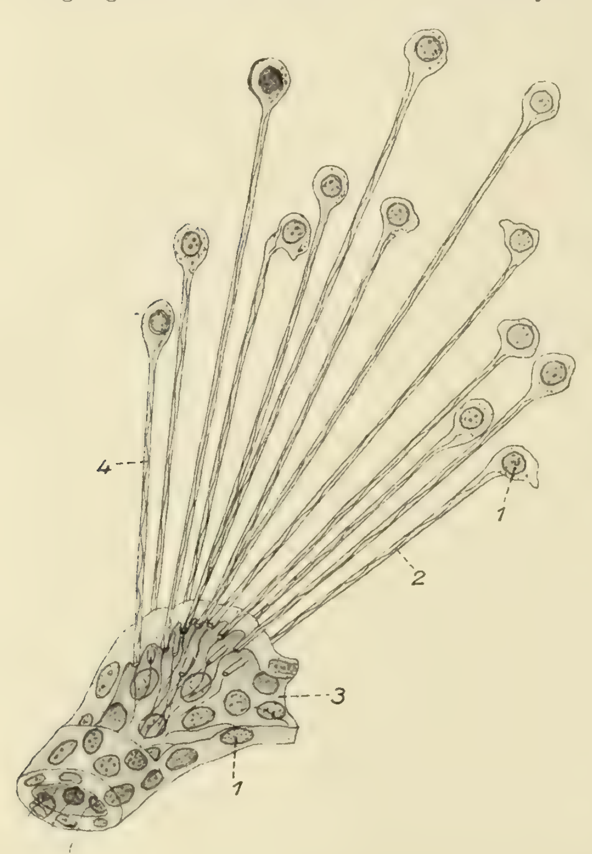
Mit den stärksten Vergrößerungen sind die Fadenzellen als kleine Zellkörper, die einen Kern enthalten, zu sehen. Der Zellkörper besitzt etwas unregelmäßig rundliche, 3kantige oder verlängerte, manchmal in einen (von ihm mit ähnlichen Fortsätzen bei den Polychaeten verglichenen) Fortsatz ausgezogene Gestalt.

Eine kragenähnliche Region, manchmal gerade, manchmal gekrümmt, verengert sich nach unten allmählich und verbindet den Zellkörper mit dem dorsalen Ende des Fadens (Figur 80), der in Wahrheit eine schmale, hohle Röhre von größter Länge ist.

Die längsten Röhren gehören natürlich den am weitesten vom Nierenkanal entfernten Zellen an und erreichen eine Länge von nahezu $^1/_{10}$ Millimeter; beim lebenden Tiere dürften sie immer gerade sein.

Das proximale Ende durchbohrt die Wand des exkretorischen Ganges und erstreckt sich ein wenig in das Lumen des Kanals. Eine lange Geißel, die mit ihrer Basis an die Zelle angeheftet ist und am Ende der Röhre steht, schwingt rasch durch diese Röhre hinab und weit in den exkretorischen Kanal hinein (Figur 80).

Weder beim lebenden Tiere noch in Schnitten konnte Goodrich irgendeine direkte Verbindung zwischen dem exkretorischen Kanal und dem Zölom sehen im Gegensatz zu Boveri; die Arme oder Zweige der Röhren (des exkretorischen Ganges) enden, mögen sie noch so lang und zahlreich sein, blind. An diesen blinden Endigungen laufen die Röhren der Solenozyten zusammen und hier ist auch die Wand des Kanals geringer mit exkretorischen Körnchen beladen und dünner als irgendwo anders. Auch die Nuclei, die in anderen Teilen des Kanälchens so zahlreich sind, daß sie aneinander zu stoßen scheinen, sind gerade in den Teilen, wo die Solenozyten diese ihre Umhüllung durchziehen, nicht vorhanden. Diese Abnahme ist keine allmähliche, sondern die Kerne hören in der unmittelbaren Nähe der Solenozyten plötzlich auf. Zellgrenzen sind in dem Kanälchen nur selten sichtbar: das Zytoplasma enthält eben meist zahlreiche Körnchen exkretorischer Natur, die alles verdecken. Die Wand selbst setzt sich, wie bereits erwähnt, als eine Scheide von mehr oder weniger körnigem Zytoplasma, das Lumen des Kanals vollständig abschließend, fort. Die Dicke dieser Wand scheint hauptsächlich von dem Stand der im Kanal befindlichen Flüssigkeit abzuhängen.



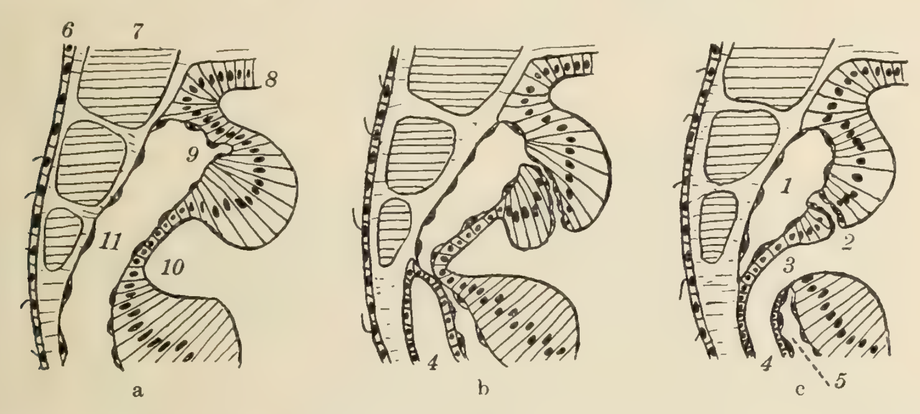
Figur 80. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *halbschematische Darstellung eines Teiles von einem Exkretionsorgan, den Bau der Solenozyten zeigend.* (*1*) Kern; (*2*) Geißel; (*3*) Exkretionskanal; (*4*) Röhre der Solenozyten. (Nach Goodrich)

Die Solenozyten liegen nach Goodrich immer der Wand der Blutgefäße an, an die sie durch einen protoplasmatischen Fortsatz angeheftet erscheinen. Niemals reichen sie frei ins Zölom hinein.

Die Lage der Solenozyten ist besonders bemerkenswert an der Spitze des sekundären Kiemenbogens. Hier gibt der Nephridialkanal 2 oder 3 kurze, vom Zölom gegen die Mittellinie gerichtete Divertikel ab, von denen eine große Anzahl von Solenozyten entspringt. Sie liegen in einer Art von Tasche und sind mit dem Zölom nur durch eine dorsale Öffnung, aus der die Solenozyten herausragen,

in Verbindung. Die Höhlung dieser Tasche besitzt eher den Charakter eines Lymphraumes, als den eines Zöloms.

Das Wesentliche an der Ansicht von Goodrich, im Gegensatz zu der Boveris, ist also, daß die exkretorischen Organe nur eine Öffnung ins Atrium, nicht aber eine ins Zölom besitzen. Als Stütze für seine Ansicht führt er auch die Beobachtung Boveris auf, derzufolge die Solenozyten färbende Materialien nicht aufnehmen: eine Andeutung dafür, daß sie nur dazu bestimmt sind, flüssige Substanzen, die durch Osmose durch die dünnen Wände der Röhren durchgehen, auszuscheiden. Die Geißel dient dazu, diese Flüssigkeit innerhalb des exkretorischen Kanals weiterzubefördern und nach außen zu bringen. Daß eine große Leistung durch diese Organe in dieser Richtung möglich ist, ergibt seine Berechnung, die rund 200 Nierenkanälchen, jedes mit ungefähr 500 Solenozyten, also 100000 im ganzen erwachsenen Tiere annimmt. Eine durchschnittliche Länge der Solenozyten von 50μ vorausgesetzt, ergibt das eine Gesamtlänge von fünf Metern.



Figur 81. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Entwickelung einer rechten Kiemenöffnung und ihres Nephridiums in 3 Stadien, **a**, **b*** und ***c***. (*1*) subchordales Zölom; (*2*) Nephridium; (*3*) Kiemenloch; (*4*) Atrium; (*5*) Endostylzölom; (*6*) Epidermis; (*7*) Myotome; (*8*) Darm (Epibranchialrinne); (*9*) Nephridialanlage; (*10*) Kiementasche; (*11*) Zölom. (Nach Legros kombiniert von Franz)

Die Größe der Exkretionsorgane, die Anzahl ihrer Solenozyten und so weiter ist übrigens nicht bloß im vordersten und hintersten Teil der Atrialhöhle des erwachsenen Tieres, sondern bei kleinen Individuen natürlich überhaupt eine geringere.

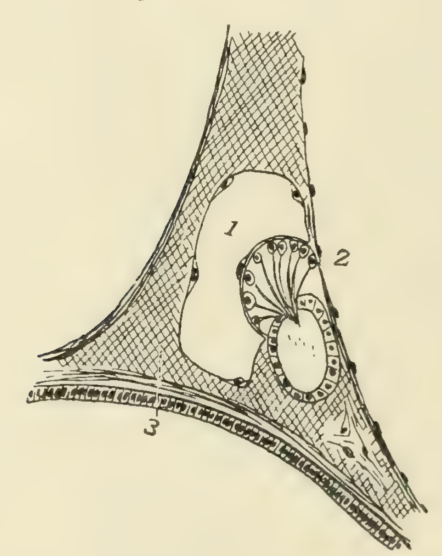
Die exkretorischen Organe liegen also nach Goodrich außerhalb des Zöloms, in das nur die Solenozyten durchbrechen, sind jedoch, so wie die Blutgefäße, von Zölomepithel bedeckt. Am meisten ähneln sie denen von gewissen Polychaeten (*Phyllodoce Paretti*), mit denen sie in segmentaler Anordnung, Funktion und histologischer Struktur im wesentlichen identisch sind und als deren Homologa sie erscheinen.

Was ihre Vergleichung mit entsprechenden Organen bei *den Cranioten* betrifft, so sind sie nach wohl allgemeingültiger Ansicht der Vorniere dieser Tiere zu homologisieren.

Hatschek-sches Nephridium

Ein besonderes Organ, das hier gleichfalls zu erwähnen ist, ist das Hatscheksche Nephridium (von Willey subchordales Rohr genannt), das sich schon *in der Larve* links vor der Mundöffnung im 1. Metamer als mesodermaler,

wimpernder Trichter und Kanal entwickelt und schon vom Embryonalstadium an nach Mc Bride sowohl in Verbindung mit dem Ernährungstrakt, als auch mit der Höhlung des 1. Myotoms steht, das im Embryonalstadium, wenn noch kein anderes Myotom sich in das Entoderm öffnet, mit der Darmhöhlung in Verbindung ist. Es liegt dann zwischen der Mandibularhöhle und dem linken Seitenmuskel und setzt sich aus einem lateralen, nach hinten in den Darm ausmündenden, mit Ausbuchtungen versehenen Ausführungsgang und dem medial der Aorta und der Chorda anliegenden, ebenfalls Ausbuchtungen aufweisenden Hauptteil zusammen, in dessen Wandungen Geißelzellen (Solenozyten) sich befinden. Zwischen beiden Teilen besteht eine dünne, kernlose Scheidewand, die durch die Geißel der Solenozyten durchbrochen wird. Nach der Ansicht Willeys ist das Antimer dieses einzigen, unpaarigen Nephridiums in der kolbenförmigen Drüse (siehe dort) zu sehen. Ursprünglich bestanden über die Natur und Aufgabe dieses Organs starke Gegensätze der Anschauungen. Eine Anzahl von Autoren bestritt dessen Nephridiencharakter, bis insbesondere die schon erwähnte Auffindung von Solenozyten, die Goldschmidt gelang, keinen Zweifel mehr darüber ließ, daß wir es tatsächlich hier mit einem exkretorischen Organ, und zwar, wie Goodrich sagt, mit dem größten Nephridium des ganzen Tieres zu tun haben (siehe Figur 68, 69).



Figur 82. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch das Hatscheksche Nephridium neben der Aorta.* Links von den beiden Organen liegt die Chordascheide, rechts ein Myotom, unten die Mundhöhle. (*1*) Aorta; (*2*) Solenozyten; (*3*) Bindegewebe. (Nach Franz)

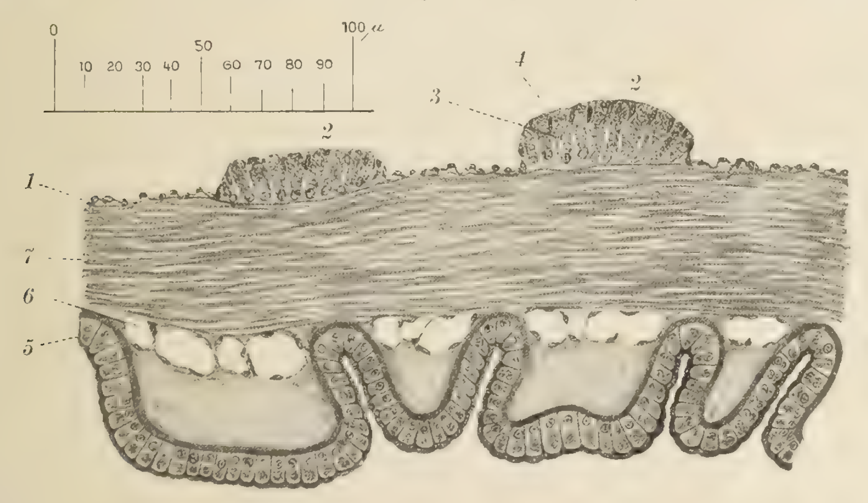
Seiner Beschreibung zufolge erreicht das Hatschekschc Nephridium *im erwachsenen Tier* seine größte Entwickelung und liegt dann unterhalb und parallel zur Chorda längs der linken Aorta in einer engen Höhlung, an deren Wandung die Solenozyten befestigt sind. Die larval offene Verbindung dieser Höhlung mit dem Myozöl des 1. Myotoms ist beim erwachsenen Tier geschlossen.

Gerade hinter dem Velum öffnet sich das Nephridium in den Pharynx und verläuft, kurze, blinde Divertikel bildend, vorwärts bis vor das Vorderende des Räderorgans, wo es blind endigt. Solenozyten finden sich auf seiner dorsalen und seitlichen Oberfläche längs des größten Teiles seiner Länge, besonders zahlreich aber auf den Divertikeln. Beim *erwachsenen Tier* sind sie in einer außerordentlich großen Anzahl auf diesem Nephridium vorhanden.

Nach Franz entspricht die »hart auf dem hinteren Außenrande des Velums« liegende Mündung des Hatschekschen Nephridiums genau der Grenze des Ektoderms und Entoderms an dieser Stelle, so wie dies bei den anderen, den »Kiemennephridien«, der Fall ist. Es liegt nach seinen Untersuchungen nicht, wie Hatschek angibt, in einer eigentlichen Zölomröhre, sondern ist ins Bindegewebe eingebettet; sein Epithel ist auch beim erwachsenen Tiere »geordnet einschichtig« und kubisch (Figur 82).

Von der Entwickelung der Nephridien sei kurz erwähnt, daß sie sich zunächst als innerlich geschlossene Säcke, von denen je einer mit einer Kiemenspalte korrespondiert, anlegen. Dieser Sack öffnet sich nach außen hin an der Stelle, wo das Ektoderm sich mit dem Entoderm der flachen Kiemenkammer verbindet. Vom inneren blinden Ende des Sackes entspringen nun zahlreiche Solenozyten, von denen eine Anzahl die Aorta erreicht und sich in fächerförmiger Anordnung dort in jedem Segment ausbreitet (Figur 82).

Außer diesen eben besprochenen Nephridialorganen besitzen die Acranier noch in anderen Organen die Fähigkeit der Exkretion. Insbesondere kommt auch dem Atrialepithel nach verschiedenen Beobachtungen teilweise exkretorische Funktion zu, die namentlich in der pharyngo-pleuralen Falte, der Bekleidung der atrialen Fläche des Ligamentum denticulatum, stark ausgebildet ist. Sie werden im allgemeinen als »Nierenwülste« bezeichnet und erstrecken sich von der Gegend des blinden Leberendes bis nahe an den Abdominalporus, wo sie sich miteinander vereinigen (Figur 83, 84). Ebenso besitzen die



Figur 83. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *»Nierenwülste« der Peribranchial-(Atrial-)Höhle.* (*1*) Peribranchialepithel; (*2*) Nierenwülste; (*3*) Drüsenzellen; (*4*) Deckzellen; (*5*) Epidermis der Bauchrinne; (*6*) ventraler Zölomkanal; (*7*) Pterygialmuskel. (Nach Krause)

Gonaden teilweise exkretorische Fähigkeit (siehe dort) und das kann bis zu einem gewissen Grade auch nach physiologischen (Fütterungs-) Versuchen von der Leber behauptet werden. Schließlich sei noch auf die beiden braunen Kanäle oder Atriozölomtrichter hingewiesen, die in der Ösophagusregion bei jungen Tieren hinter der Kiemenregion, bei alten mit nach hinten vermehrten Kiemenspalten im letzten Teil derselben im subchordalen Zölom liegen, an der parietodorsalen Körperwand befestigt sind und von denen der rechte der größere ist. Sie haben etwa kegelförmige Gestalt, mit der Spitze nach vorn. Ob dort eine Öffnung zur Zölomhöhle besteht, ist bisher noch nicht sicher festgestellt. Ihre Wand bildet eine feste Bindegewebslamelle; sie wird außen von Zölomepithel bedeckt und innen von einer einfachen Fortsetzung des Atrialepithels ausgekleidet, die sehr stark pigmentiert ist.

Kolbenförmige Drüse

Im Anhang möge hier auch das schon genannte Antimer des Hatschekschen Nephridiums, die kolbenförmige Drüse, Erwähnung finden, die im Embryo

entsteht und während der Metamorphose (nach van Wijhe) verschwindet. Sie besteht aus 3 deutlich unterscheidbaren Teilen: der Hauptmasse, die, von der Darmmündung ausgehend, sich aus großen, trüben, nicht flimmernden Drüsenzellen zusammensetzt; einer kurzen Strecke, die aus dicht gedrängten Geißelzellen mit wenig Protoplasma besteht und jedenfalls die Aufgabe hat, das Sekret der Drüse hinauszubefördern; und schließlich dem engen, aus kleinen Plattenzellen bestehenden Ausführungsgang. In diesem sind feine Muskelfasern feststellbar.

Nach der Ansicht einiger Forscher (Willey, Mc Bride) entspricht die kolbenförmige Drüse einer Kiemenspalte, die sich als Tasche vom Pharynx abspaltet und eine äußere Öffnung besitzt.

Figur 84. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *aus dem Epithel des Nierenwulstes im Peribranchialsack.* Breite und schmale Zellen; in der linken, breiten Zelle ein Innenfaden sichtbar. (Nach Joseph)

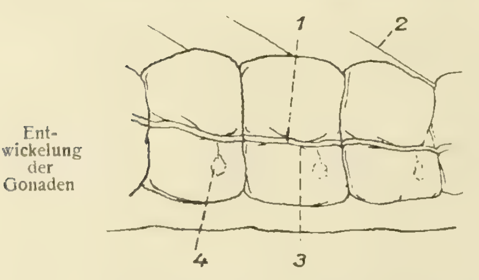
Geschlechtsorgane

Die Gonaden liegen segmental angeordnet in den Genitalkammern, die am unteren Rand der Myotome an der Grenze zwischen Seiten- und Bauchmuskeln in den Peribranchialraum vorgewölbt sind, am Hinterende eines jeden Segmentes, von dessen Länge sie etwa $^1/_3$ einnehmen. Die Genitalkammern erstrecken sich von einem Dissepiment bis zum nächsten, verjüngen sich vorn und hinten und haben über der Gonade die größte Höhe und Breite.

Medial läuft an allen Gonaden, dicht unter dem Peribranchialepithel, ein Gefäßstrang entlang, das »Längsgefäß« (siehe Gefäßsystem).

Beim *erwachsenen Tiere* sind die reifen Hoden sowie die Ovarien schon mit freiem Auge als rundliche, dem unteren Rand der Myotome ansitzende Ballen kenntlich.

Das die Gonaden überziehende Atrialepithel besitzt eine bräunliche Pigmentierung, die bereits den ersten Untersuchern des *Branchiostoma* aufgefallen ist.



Figur 85. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hoden eines erwachsenen Tieres.* (*1*) Vena cardinalis; (*2*) Myoseptum; (*3*) Nabel; (*4*) Narbe. 25-fache Vergrößerung. (Nach Zarnik)

Entwickelung der Gonaden

Nach dieser kurzen topographischen Schilderung sei zunächst die Entwickelung der Gonaden betrachtet, die zugleich ihren Bau am besten klarstellen kann.

Bei *Larven mit 5 Kiemenspalten* liegt im unteren Winkel der Muskeltaschen, wie Hatschek nachgewiesen hat, eine große Zelle, die er die Grenzzelle nennt. Diese ist wohl als Urgeschlechtszelle zu bezeichnen. Denn in derselben Region fand in einem etwas späteren Stadium Boveri einige Zellen, die sich von den umliegenden deutlich unterscheiden. Ihre Plasmamasse läßt keine Zellgrenzen erkennen und ihre Kerne, die viel größer sind als die des Somitenepithels und des Außenepithels, haben schon alle Charaktere der Keimepithelkerne. Sie sind vor allem viel größer als die der anderen eben genannten Epithelien. Ursprünglich liegen diese Zellen auf dem Grund der Muskelkammer, dort, wo das hintere Ende des vorderen Myoseptums dieser Kammer schief in die Höhe steigt. Bald heben sich diese Zell-

gruppen, das Urkeim-Zellager, an diesem Myoseptum empor, so daß man sie in einem etwas späteren Stadium schon in ihrem ganzen Verlauf dem unteren Teil des Septums anliegend findet. Unterdessen vermehren sich auch die Keimzellen. Dies bewirkt, indem sie sich an der medialen Wand des Myotoms nach vorn schieben, ein leichtes, dann immer stärkeres Ausbauchen des Myoseptums in den Raum des vorderen Myotoms: zunächst eine polsterartige Verdickung des hinteren, unteren Teils dieses Somiten, bis schließlich die ganze Anlage bruchsackartig in diesem Raum selbst liegt, umgeben von dem Myoseptum, das vor ihr »hergeschoben worden ist«. Desgleichen ist auch die Peribranchiallamelle des Muttersomiten bei dieser Vorschiebung mitgezogen worden. Wir wollen den Somiten, aus dem die jeweilige Gonade entsteht, im folgenden kurz als Ursprungssomiten, den davorliegenden als endgültigen oder vorderen Somiten bezeichnen (Figur 86).

In diesem Stadium ist noch kein eigenes Blutgefäß zu erkennen, die Ernährung erfolgt wahrscheinlich infolge Durchsickerns von Blutflüssigkeit durch die umgebenden Gewebe. Erst später bilden sich Lakunen durch Lücken in diesen, die nach und nach zu Gefäßen verschmelzen.

Jede erwachsene Gonade ist demnach ein Produkt des Somiten, vor dem sie mit ihrem größten Teil endgültig gelagert ist.

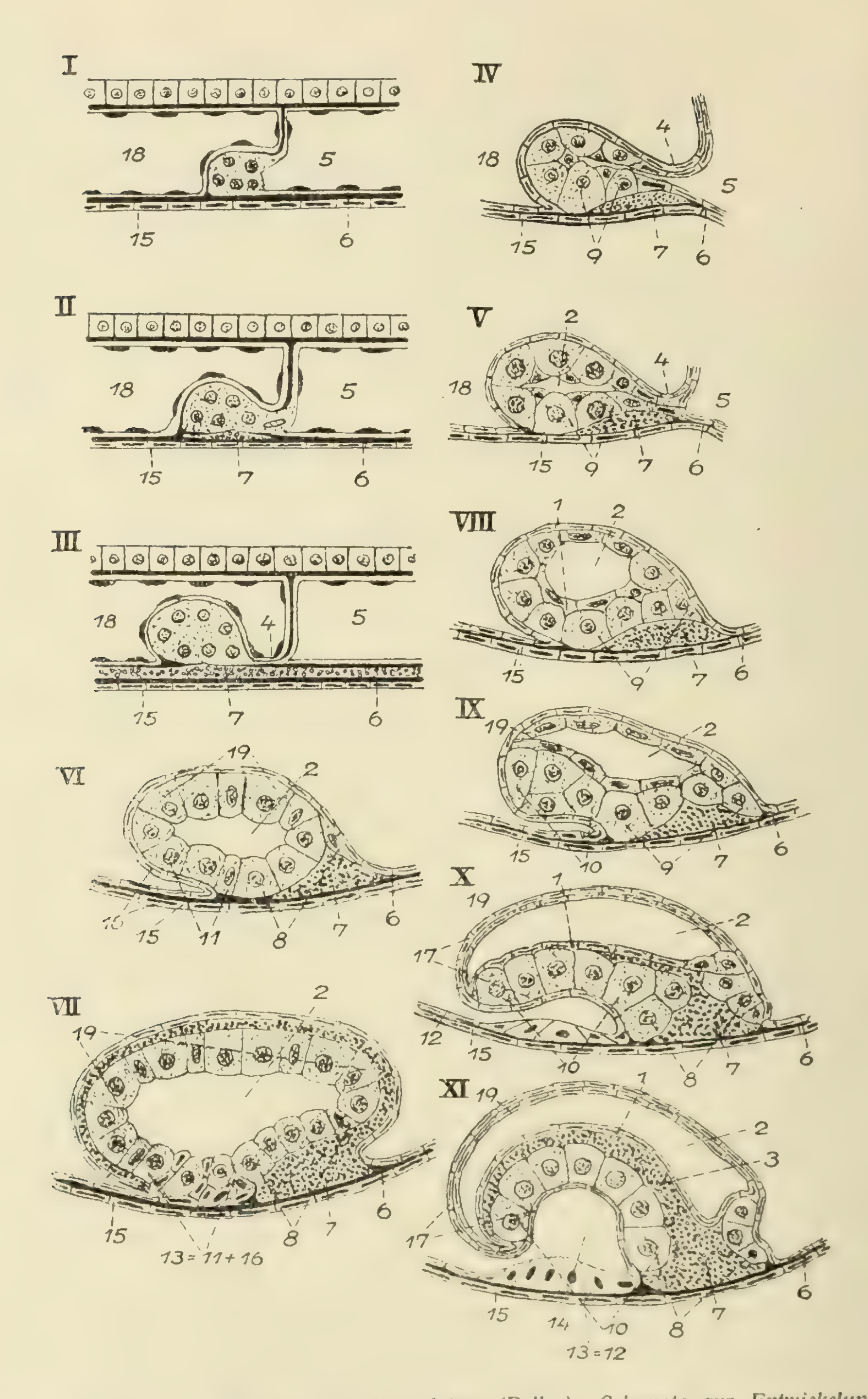
Schon in dem Stadium, in dem die Keimmasse eine polsterartige Verdickung des unteren Winkels des vorderen Somiten bildet, sind auch Veränderungen an dem Epithel des vorderen Myotoms an dieser Stelle zu sehen, indem seine Zellen kubisch werden.

Ist dann, während sich die Keimzellen immer mehr vermehren, der Keimballen in die Höhle des vorderen Myotoms eingestülpt, so schnürt er sich von seinem Mutterboden ab und entfernt sich gleichzeitig von diesem, wobei die Keimzellen als Ganzes vorgeschoben werden, so daß er schließlich nur durch einen Stiel, der auch diesen Namen führt, mit ihm in Verbindung ist. Dieser Stiel verschwindet übrigens auch bald, indem seine Zellen, die immer mehr zurücktreten, in das Epithel des endgültigen Somiten übergehen. Diese Zellen besitzen einen spindelförmigen Kern, der dem gewisser schmaler, bald zurücktretender Zellen zwischen den Urkeimzellen der männlichen Gonade gleichsieht.

Unterdessen haben auch die Kerne weiter an Größe zugenommen und sich auch untereinander differenziert. Einzelne von ihnen zeigen jetzt schon alle Merkmale von Urkeimzellen. Zugleich ist die Keimanlage auch schon in Verbindung mit einem Gefäß getreten; es ist dies das Gefäß in der Peribranchiallamelle, das nun in dieser Region sich etwas verbreitert.

Die Zellen des Keimballens haben eine bestimmte Anordnung. Je 2 liegen sich gegenüber und sind durch eine dunklere Scheidewand voneinander getrennt. Auch der Stiel zeigt eine ähnliche Anordnung. Er besteht aus 2 schmalen, streng gegeneinander abgegrenzten Zellreihen. Der größte Teil des Keimballens ist von dem Epithel des endgültigen Somiten überzogen. Unter ihm sind noch an einzelnen Stellen Spuren der Stützlamelle festzustellen, die er bei der Ausstülpung vor sich hergeschoben hat.

Dem medialen Teil der Gonade liegt diese Stützlamelle an, die dem Muttersomiten angehört. Sie bildet die spätere Anheftungsstelle der Gonade an die Peribranchiallamelle, von der sie auch mit Blut versorgt wird. Diese Anheftungs-



Figur 86. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schemata zur Entwickelung der Gonade. I* bis *III*, Vorschiebung des Keimballens längs der medialen Myotomwandung in den vorhergelegenen Somiten; *IV*, *V*, indifferente Stadien; *VI*, *VII*, Hoden-; *VIII* bis *XI*, Ovarienentwickelung. (*1*) Follikelepithel; (*2*) primäre Keimhöhle; (*3*) Genitallakune; (*4*) Stiel; (*5*) Höhle des Muttersomiten; (*6*) mediale Stützlamelle; (*7*) Gefäß (Vena cardinalis); (*8*) Nabelportion des Keimepithels; (*9*) Nabel; (*10*) Kupularportion des Keimepithels; (*11*) Epithelkeil; (*12*) parietales Blatt des Genitalkammerepithels; (*13*) Narbe; (*14*) sekundäre Keimhöhle; (*15*) Atrialepithel; (*16*) Narbenportion des Keimepithels; (*17*) viszerales Blatt des Genitalkammerepithels; (*18*) Höhle des nächstvorderen Somiten; (*19*) Lateralportion des Keimepithels. (Nach Zarnik)

stelle ist streng von dem obengenannten Stiel zu unterscheiden und wird nach Neidert und Leiber als »Nabel« bezeichnet.

Der bisher solide Keimballen erhält an der Stelle der dunkleren Grenzschicht nun zwischen den gegenüberliegenden Keimzellen eine sich immer mehr vergrößernde Höhlung, die bis zum Stiel reicht, manchmal sich auch in diesen hinein erstreckt und sogar eine Verbindung mit dem Inneren des Muttersomiten herstellen kann. Die Keimhöhle ist also als ein Derivat der Ursprungssomitenhöhle aufzufassen. Bis zum Auftreten dieser Höhle sind die Gonaden vollständig indifferent. Auch die Anlage dieser Höhle ist bei beiden Geschlechtern die gleiche. Nur die Zeit ihres Auftretens zeigt bereits einen kleinen Unterschied insofern, als sie bei Weibchen früher entsteht als bei Männchen.

Mit dem Auftreten der Genitalhöhle ist nun auch eine Differenzierung zwischen männlichen und weiblichen Gonaden zu erkennen.

Die männlichen Gonaden, bei denen die Höhle entwickelt ist, zeigen einen fast völligen Mangel indifferenter Zellen und bestehen nunmehr fast nur noch aus großkernigen Urkeimzellen, die gegenüber denen des Keimballens wieder größer und durch die Bildung der Höhle kubisch geworden sind. Sie stellen ein 1schichtiges Epithel dar. Ihre Kerne besitzen ein deutliches Chromatinnetz, meist mit einem größeren Nucleolus. Außer diesen großkernigen Zellen sind nur vereinzelt kleinere mit spindeligen Kernen zu sehen, die später, wie schon erwähnt, immer mehr zurücktreten und denen des Stiels gleichen (Figur 86).

Der Nabel, der ursprünglich nur eine Länge von 1 bis 2 Zellen besaß, stellt nunmehr die Verbindungsstelle des Keimepithels mit der zugehörigen Gefäßhöhle dar. Dieses Gefäß geht bis zum unteren Nabelrand und setzt sich oben in die Quervene fort, die es mit den Darmvenen verbinden. Im weiteren Verlauf der Entwickelung wird von diesem Gefäß ein Gefäßnetz um die Gonade gebildet, das durch Flächenausdehnung sich immer mehr zu einem fast kontinuierlichen Blutmantel um das Keimepithel und später auch um die reife Gonade entwickelt. Der Nabel rückt dann mehr gegen den mittleren Teil der Gonade.

Der Überzug der Gonade, der aus dem Epithel des definitiven Somiten besteht, wird mit zunehmendem Wachstum immer dünner und besitzt nur noch wenige, platte Kerne. Unterhalb des Nabels schlägt sich dieses »viszerale Blatt« in ein ihm dicht anliegendes parietales um, das sich später etwas deutlicher von ihm abhebt. Unterdessen hat sich auch das viszerale Blatt durch die mittlerweile eingetretene Bildung der Genitallakunen von den Keimzellen abgehoben und bildet mit dem parietalen einen Epithelkeil mit lockerem Plasma und mit Kernen, die sich rasch vermehren und von den übrigen durch bedeutendere Größe und hellere Färbung unterscheiden. Vom Keimepithel trennt die Keimzellen eine Bindegewebslamelle, die, von ihnen gebildet, alsbald Fortsätze zwischen die Keimzellen entsendet. Gleichzeitig schnürt sich aus der Somitenhöhle die definitive Genitalkammer, in der die Gonade endlich liegt, dadurch ab, daß oberhalb der letzteren in der medialen Gonotomwand eine Falte gebildet wird, die von hinten oben nach vorn unten gegen die laterale Myotomwand vorwächst und sich mit dieser über dem Bauchmuskelursprung vereinigt.

Die Gonade, die ursprünglich über dem Bauchmuskel gelegen ist, verlagert sich mittlerweile etwas mehr ventralwärts und nimmt als kugeliges Gebilde den unteren Teil des Somiten ein. Der Stiel ist meist schon verschwunden, das Längs-

gefäß bereits deutlich erkennbar, der zu dem betreffenden Somiten gehörige viszerale Nerv, der an den Darm tritt, hat sich in die Genitalkammer eingesenkt und zieht meist frei durch sie hindurch.

Der früher erwähnte Epithelkeil entwickelt sodann aus dem Plasma seiner Zellen in immer stärkerem Maße Bindegewebe, das in den Grenzflächen longitudinal, im Inneren größtenteils quer angeordnet ist, im mittleren Teil des Keils zwischen die Keimzellen einwuchert und allmählich ein bindegewebiges Polster bildet, die sogenannte »Narbe«. Die Keimepithelzellen scheinen sich selbst dabei in Bindegewebszellen zu verwandeln. In der reifen Gonade geht das Keimepithel kontinuierlich in die Narbe über, die sich später durch eine dicke Lamelle abkapselt.

Dadurch, daß der Hoden, der seine endgültige Gestalt nunmehr im großen und ganzen erreicht hat, sich nun weiterhin nur noch nach allen Richtungen, insbesondere aber nach oben hin vergrößert, bekommt die Narbe eine mehr ventrale Lage; ihre peripheren Zellen bilden mehr Bindegewebe als die zentralen, so daß es zu einer Überwallung der letzteren kommt.

Das Keimepithel besitzt zweierlei Zellen: größere kubische mit großen hellen Kernen, und dazwischen alternierend eingezwängt schmale, mit kleinen, gegen die Keimzellen zu liegenden Kernen.

Gegenüber der Narbe bildet sich auf der lateralen Wand des Gonadensäckchens eine Epithelverdickung aus Zellen der zweiten Art, die exkrethaltig sind, die sogenannte Exkretleiste.

Damit ist die Entwickelung des Hodens im wesentlichen beendet, der also unmittelbar vor der Reife aus folgenden Teilen besteht: dem Keimepithel, das ein längliches, an 2 Stellen mit der Stützlamelle des Sklerablattes verbundenes Säckchen darstellt; an der einen Verbindungsstelle, dem Nabel, tritt das Blut im Längsgefäß zum Keim-Epithel und bildet von da den Blutmantel, der das Keimepithel umspült; an der anderen, unter dem Nabel und etwas hinter ihm gelegen, befindet sich ein bindegewebiges Polster, die Narbe; dieser gegenüber eine Verdickung des Keimepithels, die Exkretleiste.

Der Blutmantel wird äußerlich von dem den Hoden umgebenden viszeralen Blatt des Genitalkammerepithels umgeben, das sich unterhalb der Narbe in das parietale umschlägt. Das parietale Blatt kleidet die Genitalkammer aus, die medial an das Peribranchialraumepithel, lateral unten an den Bauchmuskel, lateral oben an die Muskelkammer angrenzt, aus der sie durch Abschnürung hervorgegangen ist. Auf späteren Stadien stoßen die Genitalkammern vorn und hinten aneinander (Figur 87).

Auch während der Reifungsperiode wächst die Gonade in dem Teil über dem Gefäß viel stärker als unten, so daß dieses bald in der mittleren Zone der Gonade liegt. Zunächst sind bereits Spermatogonien zu erkennen, große Zellen, die im Verband des Keimepithels liegen. Sie liefern die Spermatozyten, die, im lateralen Teil des Keimepithels gebildet und ihm anliegend, nur noch locker im Verband dieses Epithels sind oder ganz frei in der Keimhöhle liegen. Das Keimepithel wird dadurch vielschichtig. Die ersten Spermien, die bald darauf auftreten, liegen zunächst nur in geringer Anzahl in Gruppen zu vieren. Später wird die Keimhöhle in einem großen Klumpen von ihnen erfüllt, derart, daß ihre Köpfe lateralwärts liegen, während ihre Schwänze der Narbe zugekehrt sind. Die Nabelportion enthält nur Spermatogonien und indifferente Zellen. In dieser Gegend werden

keine Keimprodukte gebildet. Sie besteht aus einem großzelligen, kubischen Epithel, das vom unteren Abschnitt des Nabels her über die ganze Nabelpartie zieht. Die Gonaden, die ursprünglich die Genitalkammern nicht ganz ausgefüllt hatten, entwickeln sich späterhin so stark, daß sie diese Kammern nicht bloß ganz ausfüllen, sondern auch zu einer Vergrößerung zwingen, wodurch die mediale Wand in den Peribranchialraum vorgewölbt wird. Dabei wird das Peribranchialepithel in tiefe Falten gelegt.

Der völlig reife Hoden zeigt demnach folgendes Bild: am Nabel ein scharf abgesetztes, kubisches Epithel mit großen hellen Kernen, das nach der Ansicht der neuesten Untersucher keine Spermatozyten liefert, sonst überall an der Peripherie Spermatogonien, ihnen nach innen sich anschließend, die Spermatozyten und, das ganze Innere des Hodens ausfüllend, die Spermatozoen, deren Köpfe zu radiär gegen das Zentrum des Hodens verlaufenden Strängen angeordnet sind, zwischen denen in lichter aussehenden, schmalen Rinnen die Schwänze liegen; die ganze Gonade von Blutlakunen umgeben, die, vielfach miteinander anastomosierend, immer noch als Blutmantel zu bezeichnen sind. Das Peribranchialepithel hat starke Pigmentierung, insbesondere um die etwa birnenförmige, mit zackigen Rändern versehene Narbe herum, die selbst, da sie dort sehr verdünnt ist, licht erscheint.



Figur 87. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die männliche Gonade.* (Nach Krause)

Die reifen Gonaden, die die Genitalkammern ganz ausfüllen, sind, wie bereits erwähnt, auch mit freiem Auge zu sehen; und zwar als prismenförmige, in der Mitte durch das längsverlaufende Gefäß eingeschnürte, dicht aneinanderstoßende Ballen. Es ist auch möglich, männliche und weibliche Gonaden makroskopisch voneinander zu unterscheiden, da die ersteren nur 1, die letzteren 2 Narben, und zwar eine über der anderen, unter dem Gefäß besitzen.

Wenn wir nun die Entwickelung der Ovarien vom Zeitpunkt der Differenzierungen an betrachten, so ergibt sich folgendes:

Schon während der ersten Anlage der Keimhöhle ist das Ovarium durch die im Vergleich zu den Keimzellen viel größere Zahl der kleinen, indifferenten Zellen, die zum Unterschied von den hellkernigen, großen Keimzellen dunkle Kerne und wenig Plasma besitzen, von den Hoden unterschieden. Die Keimhöhle

wird anfangs gleichfalls von Plasmafortsätzen der Zellen durchsetzt, grenzt sich später aber scharf ab und ihre laterale Wandung zeigt bald eine an Umfang zunehmende verdünnte Stelle.

Die eben erwähnten kleineren Zellen, die ursprünglich zwischen den Keimzellen liegen, rücken mehr und mehr nach innen und scheinen, sich untereinander verbindend, bald einen kontinuierlichen, inneren Überzug über das Keimepithel zu bilden, der die scharfe Abgrenzung der Keimzellen von der Keimhöhle durch Ausscheidung einer Stützlamelle an der Berührungsstelle beider Epithelien herstellen dürfte. Das weitere Wachstum der Gonade erfolgt hauptsächlich durch eine Streckung und Verlängerung der medialen Epithelwand, während die laterale Wand im Wachstum zurückbleibt, wodurch sie stark verdünnt wird. Diese verdünnte Stelle besteht aus 2 Epithellamellen, dem Keimepithel und dem allen Wachstumsvorgängen folgenden Epithel des endgültigen Somiten.

Bald darauf bilden sich die ersten Anfänge des Genitalgefäßes, das sich wieder im medialen Teil der Gonade vorschiebt, dort, wo deren Wandung der Myotomwand sehr innig anliegt (ohne daß es jedoch, wie beim Hoden, zur Ausbildung eines Epithelkeils käme). Nun wächst die mittlerweile fast über die ganze laterale Seite vergrößerte, dünne Wandstelle der Gonade rascher als die mediale, also das Keimepithel, und beginnt sich infolgedessen in Falten zu legen. In gleicher Weise wie der Hoden kapselt sich dann die weibliche Gonade aus der gemeinsamen Myotomhülle durch Vorschiebung einer Grenzwandung in eine eigene Genitalkammer ab. Dabei hebt sich ihr unterer Teil von der medialen Wand des Somiten ab. Der Teil des Kammerepithels, der sich in die durch die Abhebung gebildete Falte einschiebt, ist sehr zellenreich. Der Stiel ist nun in voller Rückbildung begriffen und nur in einzelnen kleinen Andeutungen noch vorhanden.

Ob in diesem Stadium bereits die ersten Anfänge einer Genitalkammerbildung eintreten, darüber gehen die Ansichten auseinander.

Die von der medialen Kammerwand abgehobene Gonade biegt sich nun wie ein flacher Becher mit ihrem medialen Keimepithel ein, wobei das verdünnte laterale Epithel passiv mitfolgt. Es bildet sich dadurch jenes Stadium, das infolge seiner Ähnlichkeit mit dem Becher einer Eichel von Neidert und Leiber als »Cupula-Stadium« bezeichnet wurde. Der unterste Teil der Gonade nähert sich hierbei der medialen Wand oft bis zum Anliegen, ohne jedoch mit ihr zu verschmelzen.

Nun wird auch durch Hineinwachsen des Genitalgefäßes in die Gonade selbst die Genitallakune gebildet, die das Keimepithel in 2 Teile, einen oberen, kleineren mit noch nicht deutlich differenzierten Zellen und einen viel größeren unteren mit ausgebildeten Keimzellen trennt. Das Gefäß reicht nach seiner Entwickelung bis an die ventrale Wand der Gonade und liegt lateral diesem letzteren Teil des Keimepithels auf, so daß es ihn vollständig von der dünnen Lateralwandung der Gonade trennt.

Durch die becherartige Einstülpung hat sich eine Art zweiter, sekundärer Keimhöhle gebildet, in die später die Eier entleert werden, bevor sie nach außen gelangen. Sie wird von kleinkernigem Kammerepithel, an dem sich median bereits die Ansätze der Narbe zeigen, umkleidet.

Die ursprüngliche, primäre Keimhöhle, auch Perigonialhöhle genannt, hat sich unterdessen so weit ausgedehnt, daß sie das Keimepithel vollständig um-

greift. Die dünne, anfangs bloß laterale Gonadenhülle (Perigonialhülle) bildet ihre Abgrenzung gegenüber der Genitalkammer.

Dieser Auffassung der Entwickelung, die von Zarnik stammt, dessen Untersuchungen der vorliegenden Schilderung hauptsächlich zugrunde liegen, steht eine andere, von Neidert und Leiber, gegenüber, die die sekundäre Keimhöhle als durch Verlagerung und Schwinden einer Wandstelle des Keimbläschens entstandene, später in die Genitalkammer sich eröffnende primäre Keimhöhle bezeichnet, während die primäre Keimhöhle, die Perigonialhöhle, als eine sekundäre Bildung aufgefaßt wird, die dadurch gebildet wurde, daß sich Wandzellen des Keimepithels von diesem trennten und dazwischen ein Spalt entstand.

Der laterale Teil des Keimepithels hat sich unterdessen noch weiter zu einer bloßen Hülle des Ovars verdünnt. An der schon erwähnten Abhebungsstelle der Gonade im Winkel des Kammerepithels unterhalb des Nabels bleibt eine dem Epithelkleid des Hodens ähnliche Gruppe von Zellen noch in Verbindung, aus der die Narbe auf ähnliche Weise wie beim Männchen durch Entwickelung faserig differenzierten, reichlichen Plasmas in den kleinkernigen Zellen entsteht; nur mit dem Unterschiede, daß diese Fasern nicht die Zellen durchwachsen, sondern daß diese letzteren, wie gesagt, auseinanderweichen.

Figur 88. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schema einer durch einen Mittelschnitt halbierten Gonade.* (*1*) Stützsubstanz; (*2*) Keimepithel; (*3*) Perigonialraum; (*4*) obere Narbe; (*5*) Nabel; (*6*) Längsgefäß; (*7*) Ovarialgefäß; (*8*) Peribranchialepithel; (*9*) untere Narbe; (*10*) parietales Epithel der Genitalkammer; (*11*) äußeres; (*12*) inneres Blatt der Gonadenhülle (nur im äußeren Blatt sind die Kerne schematisch eingezeichnet); (*13*) Gonozöl; (*14*) Blutlakunen; (*15*) Bauchmuskel; (*16*) Genitalkammer; (*17*) Follikelepithel; (*18*) Seitenmuskel. (*3* entspricht Zarniks primärer, *13* dessen sekundärer Keimhöhle.) (Nach Neidert und Leiber, etwas abgeändert)

Die Bindegewebszellen vermehren sich sehr rasch, hauptsächlich an der Peripherie, so daß in der Mitte eine Vertiefung entsteht, um die sich jüngere Bindegewebszellen im Kreis gruppieren. Gegen die sekundäre Keimhöhle springt die Narbe als ein ringförmiger Wulst vor.

Nun wächst nur noch das Keimlager und mit ihm auch die sekundäre Keimhöhle vor und hinter dem Nabel nach oben, so daß ein »hufeisenförmig gekrümmtes Säckchen« (Langerhans) entsteht, dessen Bogen nach unten, dessen beide Enden nach oben gerichtet sind. Seine Endlappen wachsen über dem Nabel bis zur Verschmelzung unter Verschwinden der sie trennenden Zwischenschicht gegeneinander, so daß die sekundäre Keimhöhle ringförmig wird. Im Zentrum liegt der Nabel. Der untere

Teil des Keimrings ist meist viel weiter, als der oberhalb des Nabels gelegene. Dort bildet sich gleichfalls eine Narbe.

Die Keimzellen (Oogonien) werden teilweise schon frühzeitig zu Oozyten, ein anderer Teil bleibt auf dem primitiven Stadium als Keimmaterial für spätere Reifungen. Die differenzierten Zellen lagern sich gegen die primäre Keimhöhle, die undifferenzierten ordnen sich an der Peripherie der sekundären an. Das Epithel der ersteren, das dem Keimlager aufliegt, wird dadurch, daß die Oozyten sich in dieses Epithel so stark vorwölben, daß sie durch Falten desselben vollständig voneinander getrennt sind, zum Follikelepithel der Eier. Das Auftreten dieses Prozesses schwankt sehr in bezug auf die Größe der betreffenden Tiere. Außer den im vorhergehenden bei Hoden und Ovarien gleich genannten Teilen desselben, die einander homolog sind, besteht wahrscheinlich auch eine Homologie zwischen der Follikelschicht der Eier und den wenigen kleinen Zellen des Narben- und Nabelteils des Hodens.

Der charakteristischeste Unterschied zwischen Hoden und Ovarien, die ja auch in ihrer Entwickelung verschiedene Wege einschlagen, besteht wohl darin, daß das Ovarium rein mediales Keimlager besitzt, während der Hoden mit Ausnahme der Nabelportion allseitig als Keimdrüse fungiert.

Die reifen Gonaden

Was nun den Bau der einzelnen Teile bei der ausgewachsenen Gonade betrifft, so hat die Narbe die allgemeine Form einer Linse mit gezacktem Rand und einer zentralen Einsenkung auf ihrer inneren (lateralen) Seite, die bei älteren Tieren immer undeutlicher wird. Sie besteht aus einem Gewirr spindeliger Zellen, deren Plasma zum großen Teile in ein aus Fasern gebildetes, feines Netzwerk umgewandelt ist: ein zartes, faseriges, sehr zellenreiches Gewebe aus kollagener Bindesubstanz. Im Gegensatz zur jugendlichen Narbe mit ihrer zirkulären Faseranordnung zeigt die erwachsene Narbe ein durchaus regelloses, von keinen Lücken durchsetztes Gewirr von Fasern, zwischen denen hier und da vollständig homogene, kugelige Körper eingebettet sind.

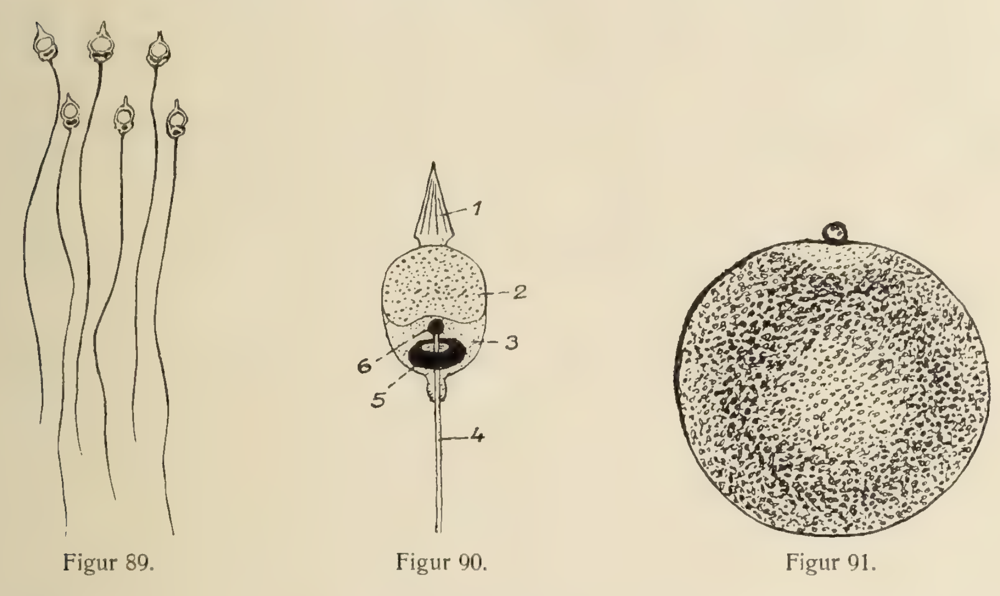
Zwischen dem Atrialepithel und der Narbe, gegen deren unteren Teil immer dünner werdend, verläuft die Stützlamelle, die auch das Längsgefäß umgibt. Das Keimepithel des Nabels geht ganz allmählich in das der Narbe über. Die Narbenkerne besitzen verschiedene Größe und sind oval, hell, mit spärlichem Chromatingerüst.

Die reifen Keimdrüsen haben 2 Hüllen: das viszerale Blatt des Kammerepithels und die Genitalkammerwand; letztere größtenteils von Atrialepithel überzogen und nur auf kurze Strecke direkt an die Muskeln angrenzend. An den Ovarien findet sich außerdem als dritte Hülle das aus einem Keimepithel differenzierte Follikelepithel.

Die verhältnismäßig starre Kammerwand besteht aus einem inneren, sehr plasmaarmen Plattenepithel mit linsenförmigen Kernen und zackigen Zellgrenzen und einer zwischen dem Kammer- und Atrialepithel liegenden Stützsubstanzschicht, die bei allen Tieren fast ganz homogen ist, *bei jüngeren Tieren* Faserungen zeigt, die auf einen Aufbau aus feinen Lamellen zurückzuführen sind. In dieser Stützlamelle verläuft die aus einem einfachen Spalt in der Bindesubstanz gebildete Vena cardinalis. Das viszerale Blatt hat ungefähr dieselbe Beschaffenheit.

Das Überzugsepithel der Hoden grenzt sich vom Keimepithel dort, wo es nicht durch Lakunen davon getrennt ist, durch eine feine, direkt in die Zellgrenzen

der Keimzellen übergehende Lamelle von Bindesubstanz ab und besitzt außerdem auch eine Schicht von Muskelfasern, die sich nach allen Richtungen stark durchflechten und eng anliegende Kerne besitzen. Ähnliche Fasern finden sich auch in der Perigonialhülle der Ovarien, deren beide Epithellamellen wieder durch Bindesubstanz getrennt werden, an deren Außen- und Innenseite parallel verlaufende Muskelfasern aufliegen, die äußeren mehr vertikal, die inneren mehr horizontal verlaufend. Das Follikelepithel der Eier ist eine sehr feine, dem Kammerepithel ähnliche Lamelle ohne Fasern oder Bindesubstanz (Figur 88).



Figur 89. Figur 90. Figur 91.

Figur 89. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Spermien.* 1800-fache Vergrößerung. (Nach Zarnik)

Figur 90. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schema des Kopfes eines Spermiums.* (*1*) Perforatorium; (*2*) Pars posterior; (*3*) Mittelstück; (*4*) Geißel; (*5*) hinteres; (*6*) vorderes Centrosom. 10000-fache Vergrößerung. (Nach Zarnik)

Figur 91. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *unbefruchtetes Ei mit Richtungskörper.* 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Geschlechtsprodukte

Spermium

Die reifen Spermatozoen haben einen Kopf mit kugelförmiger Pars anterior und dem Perforatorium, bestehend aus einem vorderen, längsgestreiften und einem basalen helleren Abschnitt und mit kugeliger Pars posterior (Figur 55). An den Kopf schließt sich das Verbindungsstück an mit einem vorderen Zentrosom, das in einer Vertiefung des Kopfes liegt und den Ursprung der Geißel darstellt, und einem von der Geißel durchsetzten, ringförmigen Zentrosom. Beide sind in ein helles Plasma eingehüllt, das sich auf den Faden, der keinerlei Differenzierung zeigt, eine Strecke fortsetzt und dort eine knopfförmige Verdickung desselben bildet.

Die Acranier-Spermien sind viel kleiner als *die sämtlicher Vertebraten.*

Von dem Bau des Eies sei noch das Folgende erwähnt. Der Dotter tritt in dem Entwickelungsstadium auf, wo die Eier nur noch an einer kleinen Stelle mit dem Keimepithel zusammenhängen. Dann treten auch kleine, stark färbbare, peripher liegende Körnchen in der Oozyte auf, die an der dem Keimepithel zugewandten Seite am dichtesten gehäuft sind.

Die Dotterkörnchen entstehen im ganzen Ei zugleich.

Hierauf tritt eine immer stärker werdende Vakuolisierung auf, so daß der Dotter insbesondere peripher verdrängt wird und sich dort zwischen den Vakuolen nur sehr feine Protoplasmabrücken finden, die eine radiäre Streifung der Randzone verursachen. Diese Protoplasmastränge scheiden bei reifen Oozyten eine dünne Membran ab, auf deren äußerer Fläche die Kerne des Follikelepithels aufliegen.

Mit der Bildung der peripheren Vakuolisierung tritt eine Rückbildung des das Ei umhüllenden Blutmantels ein, der schließlich unmittelbar vor der Reife ganz zugrunde geht. Im Reifezustand beginnt sich dann der Kern aufzulösen, indem seine Membran verschwindet.

Wann die Gonaden vollständig reif werden, ist durchaus nicht bei allen Individuen derselben Art gleich. Die Größe der betreffenden Tiere variiert ziemlich stark. Im allgemeinen ist aber beobachtet worden, daß die aus südlicheren, also wärmeren Gebieten stammenden, bei einer kleineren Körperlänge, also in jüngeren Stadien geschlechtsreif werden, als die aus kälteren Bereichen (Neapel und Helgoland). Manche Gonaden entwickeln sich auf Kosten der benachbarten verkümmernden zu ganz besonderer Größe.

Vorn und hinten schließen sich an die funktionierenden Gonaden einige metamere Zellhaufen an, die hier und da noch die Struktur der Keimdrüsen erkennen lassen und rudimentäre Gonaden darstellen.

Ausstoßung der Geschlechtsprodukte

Die Ausstoßung der Geschlechtsprodukte ins Freie erfolgt durch den Atrioporus, und zwar nach Angabe Sobottas stoßweise, derart, daß sie am Atrioporus in der Form von weißen Wölkchen ins Freie treten. Die frühere Annahme, daß sie durch den Mund ausgeworfen würden, ist unhaltbar.

Aus den Gonaden dagegen kommen sie in die Atrialhöhle nicht, wie man früher annahm, durch Platzen derselben, dem nachträglich eine Regenerierung der Keimdrüsen folgen sollte, sondern dadurch, daß der mittlere verdünnte Teil der Narbe, der bei völlig reifen Gonaden ohnedies schon stark abgeflacht ist, die Fasern allmählich auseinandertreten läßt und sich öffnet.

Der Samen wird wahrscheinlich durch eine Kontraktion der beschriebenen Muskelfasern, die eine starke Schrumpfung der Hodenwandung bewirkt, in kleinen Ballen durch die Narbenöffnung in die Kiemenhöhle geschafft, von wo er direkt nach außen gelangen kann.

Bei den Ovarien öffnet sich in der Regel nur die untere Narbe und die Eier, die, von allen Hüllen befreit, bereits in die sekundäre Keimhöhle gekommen sind, treten allmählich einzeln — die dem Lumen dieser Keimhöhle zunächst liegenden zuerst — in das Atrium aus. Bei diesem Austritt reißt nur ein Epithelüberzug des Eies, nämlich das die Begrenzung der sekundären Keimhöhle darstellende viszerale Blatt des Keimepithels. Ihr Keimbläschen bewahren die Eier, solange sie noch in der epithelialen Hülle liegen. Beim Austritt selbst ist es bereits verschwunden. Die in der Keimhöhle liegenden Eier platten sich gegenseitig ab. Ihr Blutmantel ist vollständig rückgebildet, so daß es beim Austritt auch zu keinen Blutverlusten kommt.

Nach der Entleerung der Eier schrumpft die Gonadenwand so stark ein, daß die einzelnen Keimepithelbezirke sich an ihren Rändern berühren und mit-

einander verschmelzen. Die Narbenränder nähern sich und verwachsen wieder miteinander.

Einzelne Eier, die, meist infolge zu geringer Nahrungszufuhr, in der Größe zurückgeblieben waren, bleiben oft im Ovarium zurück und zerfallen dann.

Die Entleerung der Eier dürfte durch starke Kontraktionen der ganzen Körpermuskulatur veranlaßt werden.

Abgesehen davon, daß die Keimhüllen der Acranier mit denen der Cranioten bemerkenswerte Übereinstimmung zeigen, sehen wir auch in diesen Vorgängen bei der Entwickelung und Reifung der Geschlechtsprodukte Ähnlichkeiten, die jedoch nicht als Homologien zu deuten sind, sondern, wie die Entwickelung der Gonaden erkennen läßt, nur als Analogien angesehen werden können. In gleicher Weise gelangen nämlich hier wie dort die Spermien in eine innerhalb des Hodens gelegene Höhle, in beiden Fällen die Eier durch Platzen des Ei-Überzuges in einen anderen Abschnitt der Leibeshöhle.

Exkretorische Fähigkeit der Gonaden

Die Gonaden der Acranier fungieren auch zum Teil als Exkretionsorgane. In der schon erwähnten Exkretleiste der Hoden, die nur sehr wenige Keimzellen enthält, differenzieren sich die Zellen bald dadurch, daß sie eine stärkere Färbbarkeit erhalten. Das Plasma wird körnig und seine anfangs farblosen Körnchen werden allmählich immer mehr gelb und füllen nach und nach das ganze Zellplasma aus, gehen miteinander Verschmelzungen zu größeren Körnern, aber auch zu ganzen Konkrementen ein, homogenen, kugeligen, von einem lichteren Hof umgebenen Ballen. Der ihnen meist sehr eng anliegende Kern ist oft halbmondförmig und zeigt im weiteren Verlauf auch Lappungen, Schrumpfungen und schließlich Degenerationserscheinungen. Das Plasma dieser unterdessen ganz mit Konkrementen angefüllten Zellen ist schon vorher zerfallen und die Zellwände lösen sich auf. Ähnliche Konkremente bilden sich auch im benachbarten Keimepithel. Nach dem Zerfall des Plasmas lösen sich die Konkrementmassen mit ihren Kernen aus ihrem bisherigen Verband und gelangen in die Keimhöhle, wo sie alsbald von Spermien umgeben werden. Ein Teil von ihnen dürfte sich dort auflösen, der weitaus größere aber wird wohl zugleich mit den sie umgebenden Spermien nach außen entleert.

Weniger konstant sind die entsprechenden Verhältnisse in den Ovarien. Hier finden sich solche Konkrementmassen im Keimepithel und in den benachbarten Perigonialhüllen, und zwar entweder aus dem oberen, dem unteren oder dem zentralen Teil. Sie buchten sich, von Follikelepithel umgeben, weit in die primäre Keimhöhle, die gewesene Perigonialhöhle, vor und dürften ebenfalls mit den Geschlechtsprodukten nach außen entleert werden.

Mikroskopisch-chemische Untersuchungen lassen diese Konkremente oder doch große Teile derselben als harnsaure Verbindungen erkennen, so daß wir es also wirklich mit Exkreten zu tun haben und demnach die Keimdrüsen des *Branchiostoma* nach Zarnik diesbezüglich als ein Mittelding zwischen einer Speicherniere und einer ihre Produkte ständig entleerenden Niere zu bezeichnen sind. Auch die reichliche Blutversorgung der Gonaden, die eine solche exkretorische Tätigkeit ermöglicht, spricht für diese letztere Funktion.

In der Ausbildung segmentierter Gonaden stehen die Acranier unter den Chordaten einzig da. Kein Vertreter der Vertebraten besitzt metamere Keimdrüsen.

Der Bau dieser Keimdrüsen weist auf *annelidenartige Vorfahren* hin. Von Zarnik werden Ähnlichkeiten mit dem Verhalten *gewisser Polychaeten* dargelegt und die Ansicht von Legros, der Vergleiche mit *den Ascidien* durchführen will, zurückgewiesen. Es ist diesbezüglich aber jedenfalls keineswegs eine bestimmte Ansicht so sehr durch Tatsachen oder Beobachtungen belegt, daß sie als allgemeingültig angesehen werden könnte.

Dagegen weisen die Verhältnisse bei *den Vertebraten*, insbesondere bei *den Selachiern*, darauf hin, daß wir es bei den Gonaden der Acranier mit unmittelbaren Vorläufern von Stadien dieser letzteren zu tun haben. Schon Boveri hat ausführlich, und wohl auch überzeugend, die ähnlichen Verhältnisse zwischen der Anlage der Nephridien bei *den Salachiern* mit der der Gonaden von *Branchiostoma* verglichen, sowohl in bezug auf den Ursprung, wie in bezug auf die Lage. Zarniks und Neiderts & Leibers Untersuchungen, die exkretorische Funktionen *der Branchiostoma-Gonaden* nachgewiesen haben, bestätigen diese Ansicht noch mehr und wir können wohl mit Sicherheit sagen, daß die Urniere der Selachier der Gonade der Acranier homolog ist. Dafür spricht auch die Gefäßversorgung der letzteren aus den Kardinalvenen, vornehmlich der Vena cardinalis posterior. Aber auch die feineren Verzweigungen der Gonadengefäße *bei Branchiostoma* entsprechen denen der Urniere mit dem einen Unterschied, daß sie bei den ersteren unipolar, bei *den Selachiern* bipolar sind.

Hermaphroditismus

Sehr selten wurde auch Hermaphroditismus bei Acraniern beobachtet. Bisher sind 4 Fälle in der Literatur bekannt geworden. Zwei davon betreffen Fälle, wo in einem sonst rein männlich ausgebildeten Individuum je 1 Gonade als vollentwickeltes Ovarium vorhanden war mit zahlreichen großen Eiern, die bei dem einen Tier sogar im Leben schon beobachtet werden konnten. In beiden Fällen liegt dieses Ovarium auf der linken Seite. Ob die betreffende Gonade bereits von Anfang an weiblich war oder ob ein protandrischer Hermaphroditismus vorliegt, ist kaum zu entscheiden (obwohl die Tatsache, daß die Ovarien beide Male auf der linken Seite gelegen sind, die in der Entwickelung voraus zu sein scheint, mehr für die erste Annahme spricht).

Bei einem 3. Individuum wurden Eier und Spermatozoen in allen Gonaden gemischt vorgefunden, während der 4. Fall mancherlei Übergänge aufweist: von Hoden, die nur einzelne kleine Eier zeigen, über Ovarien mit wenig Spermatozoen bis schließlich zu einer Region, wo auf der einen Seite ein voll ausgebildetes, reifes Ovarium, auf der anderen ein reiner Hoden liegt.

Bei diesem Tier wurde auch das Vorhandensein von einzelnen Eiern im Metapleuralraum festgestellt, was wohl mit einer abnormalen Verlagerung von Keimplasma zusammenhängen dürfte.

Entwickelung

Nach dem Beispiel Hatscheks, dessen Darstellungen auch die Hauptgrundlage der folgenden Ausführungen bilden, wird die Entwickelung der Acrania (er untersuchte *Branchiostoma lanceolatum*) in 2 Abschnitte geteilt: die embryonale Entwickelung, die, den Zeitraum der ersten 48 Stunden umspannend, jene Stadien umfaßt, die sich noch auf Kosten des im Ei aufgespeicherten Materials entwickeln und bis zur Entwickelung des Mundes und der ersten Kiemenspalte reicht, und die darauf folgende, monatelang währende, im Gegensatz zur ersteren langsam ablaufende Larven-Entwickelung.

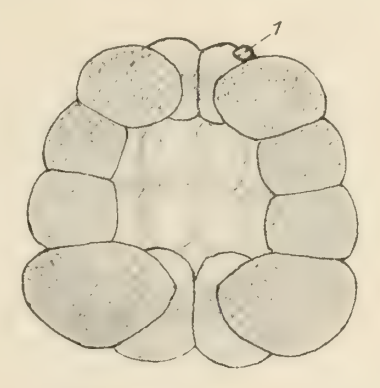
Auch innerhalb der Embryonalentwickelung ist die Schnelligkeit der Vorgänge während ihrer ganzen Dauer nicht gleichmäßig, sondern zu Beginn, also überhaupt am 1. Tage, rollt sich die Entwickelung viel rascher ab, als im 2. Teil dieses Abschnittes. Die wichtigsten Entwickelungsvorgänge: die Faltung des primären Entoderms, damit die Anlage der Ursegmente und der Chorda, die Bildung des Nervensystems, also die Anlage der wichtigsten Organe, erfolgt schon am 1. Tage, während am 2. hauptsächlich der Durchbruch von Mund, 1. Kiemenspalte und After vor sich geht.

Ei und Furchung

Das Ei des Amphioxus ist sehr dotterreich, dagegen protoplasmaarm und hat wenig Kernsubstanz. Es besitzt bei seiner Entleerung aus dem mütterlichen Organismus eine der schmalen, äußeren Protoplasmazone unmittelbar anliegende, dicke, strukturlose Hülle und eine radiär gestellte Richtungsspindel (Richtungskörperchen), die sich bereits im Ovarium kurz vor der Entleerung gebildet hat.

Die Entleerung der Ovarialsegmente erfolgt von hinten nach vorn, das heißt die hintersten Segmente werden zuerst entleert.

Die Eier sind nach der Ausstoßung entweder in kleinen Klümpchen beisammen oder einzeln, völlig voneinander getrennt, besitzen helles Protoplasma und sind, wie schon erwähnt, vollständig vom Dotter erfüllt. Der Zellkern ist im Gegensatz zum nicht ausgestoßenen Ei nur noch sehr schwer sichtbar. Der Befruchtung geht der Schwund des Keimbläschens vorher. Das Richtungskörperchen erscheint zu dieser Zeit als ein scharf abgegrenzter, heller Körper am animalen Pol des Eies.



Figur 92. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *32-zelliges Stadium.* (*1*) Richtungskörper. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Die Eier werden von den Spermatozoen, die sich radiär zu ihnen einstellen und mit dem Köpfchen an sie anheften, in Massen umgeben.

Der Spermatozoenkopf dringt meist an der dem Richtungskörperchen gegenüberliegenden Stelle des Eies ein, worauf sich dessen Hülle stark abhebt.

Am vegetativen Pol des Eies bleibt die Dottermembran, die sich sonst überall, wohl unter dem Einflusse des Seewassers aufquellend, von dem Protoplasma des Eies abhebt, trichterförmig eingesenkt. Es ist die Stelle, wo das befruchtende Spermatozoon eindringt.

Die Dottermembran dehnt sich nun immer mehr aus und ihr Durchmesser erreicht ein Mehrfaches des Eidurchmessers. Sie umschließt eine klare Flüssigkeit, die wohl zum Teil aus diffundiertem Seewasser besteht und ist außerordentlich elastisch und plastisch.

Nach der Befruchtung ist vor Beginn der 1. Teilung der Kern wieder deutlich in der Zelle wahrzunehmen.

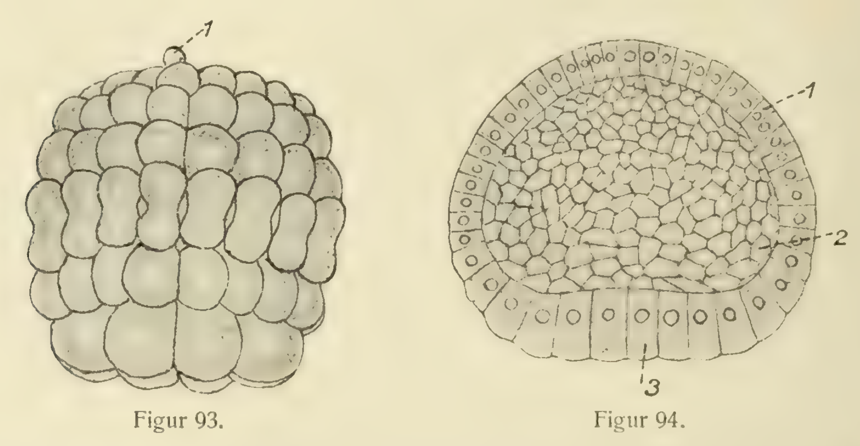
Diese Furchung ist eine inäquale, der holoblastischen der niederen Wirbeltiere außerordentlich ähnlich. Die Zellen des animalen Teils des Embryos sind kleiner als die des vegetativen.

Die erste Furchung beginnt etwa 1 Stunde nach erfolgter Eiablage und geht in ungefähr 5 Minuten, also überaus rasch vor sich. Sie erfolgt meridional,

zunächst durch eine Einschnürung, die, um das ganze Ei herumgehend, am animalen Pol tiefer ist und allmählich das Ei in 2 nur an einem Punkt zusammenstoßende Kugeln teilt, an deren einer das Richtungskörperchen liegt. Nach der Furchung platten sich die Berührungsflächen wieder mehr ab und werden dadurch größer. Der Kern, der während der Furchung unsichtbar wurde, ist nachher wieder als helle Stelle im Zentrum der Furchungskugel sichtbar. Das gilt auch von den späteren Teilungen. Zwischen jeder weiteren Furchung tritt eine Ruhepause ein, von denen die späteren kürzer als die erste sind, die etwa 1 Stunde dauert.

Auch die zweite Furchung erfolgt meridional im rechten Winkel zur ersten. Dabei wird ein gegen den animalen und vegetabilen Pol zu offener, kleiner Hohlraum zwischen den 4 Zellen gebildet, die erste Andeutung der Furchungshöhle.

Das Richtungskörperchen, das bis kurz vor der Bildung des Blastulastadiums erhalten bleibt, liegt während der Zeit seines Bestehens einer einzigen Zelle seines animalen Pols an.



Figur 93. Figur 94.

Figur 93. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stadium mit 8 großen, unteren Zellen und 5 16-zelligen Kreisen*; an einem derselben (dem 4. von oben) sind die Zellen in Teilung begriffen. (*1*) Richtungskörper. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Figur 94. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Blastula*; *der untere Pol beginnt sich abzuflachen.* Optischer Durchschnitt. (*1*) Ektoderm; (*2*) Entoderm; (*3*) Furchungshöhle. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Die dritte Furchung erfolgt äquatorial und teilt 4 kleinere animale von 4 größeren vegetativen Zellen. Die Furchungshöhle bleibt oben und unten offen.

Als vierte Teilung kommt wieder eine meridionale, die ein sehr regelmäßiges, aus 2 Zellkränzen bestehendes Gebilde schafft, das breiter als hoch ist und eine vom animalen zum vegetativen Pol gehende Hauptachse besitzt (Figur 92).

Die fünfte Furchung verläuft äquatorial; sie ist die letzte, von der sämtliche Zellen des Embryos betroffen werden, derart, daß die unterste Lage von Zellen um den vegetativen Pol die größten Zellen umfaßt, während die nach oben folgenden immer kleiner werden. Die Furchungshöhle ist durch Auseinandertreten der Zellen größer geworden, dagegen beginnt sich ihre obere und untere Öffnung zu verengern und dann ganz zu schließen.

Während nun im folgenden die unterste Zellage ungeteilt bleibt, teilen sich gleichzeitig die Zellen der übrigen Lagen meridional und werden daher gegenüber den ersteren noch bedeutend kleiner (Figur 93).

Hierdurch werden von den 8 großen Zellen des vegetativen Pols durch äquatoriale Teilung 8 obere kleinere Zellen abgeschnürt, die sich gleichfalls bald durch Teilung auf 16 vermehren, so daß wir ein Stadium mit 4 oberen Zellkreisen von je 16 Zellen und einem untersten von 8 größeren Zellen haben.

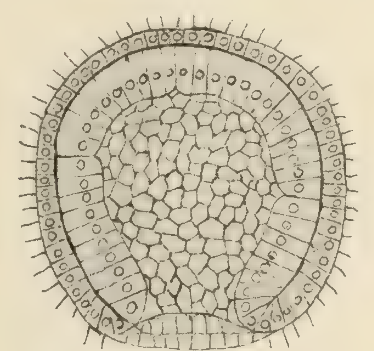
Dieser letztere bleibt von den nächsten Veränderungen unberührt. Durch die Größe seiner Zellen ist er allen anderen gegenüber leicht kenntlich.

Durch eine Reihe äquatorialer Furchungen vermehren sich nun die 16-zelligen Kreise, wobei die Teilung eines Kreises immer sehr regelmäßig vor sich geht (Figur 94, 95).

Weitere meridionale Furchungen beginnen nun die Regelmäßigkeit der Zellreihen zu verwischen. Gleichzeitig wird die Höhe der Zellen gegenüber ihrer Breite bedeutend größer. Sowohl ihre der Furchungshöhle zugekehrten, wie etwas später auch ihre äußeren Flächen verlieren die starke Wölbung, wodurch sie allmählich epithelartigen Charakter erhalten. Die mittlerweile auch geteilten Zellen am vegetativen Pol sind auch jetzt noch als größere, dunklere Zellen von den übrigen zu unterscheiden.

Blastula

Mit dieser dichten Aneinanderlegung der Zellen ist der Übergang zur Blastula gekennzeichnet.



Figur 95. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *optischer Durchschnitt durch die Gastrula*, vom Rücken gesehen. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Der Embryo besteht in diesem Stadium aus einem unteren Drittel, das unten um den vegetativen Pol gelagert ist und größere, dunklere Zellen, die späteren Entodermzellen besitzt, und aus den 2 oberen Dritteln mit kleineren Zellen, die dem Ektoderm zugehören. Letztere platten sich früher als die ersteren in der eben erwähnten Weise epithelartig ab. Aus diesem einschichtigen, allseitig geschlossenen, die Furchungshöhle umgebenden Epithel entwickeln sich nun durch Faltungen und Verwachsungen die einzelnen Organe. Spaltung oder Mehrschichtigwerden des Epithels tritt dagegen niemals ein.

Bis zur Erreichung dieses Zustandes ist eine Zeit von ungefähr 3 Stunden nach dem Beginn der 1. Furchung vergangen. Es erfolgt nun eine Ruhepause in der Zellvermehrung, die den Beginn der Gastrulation kennzeichnet.

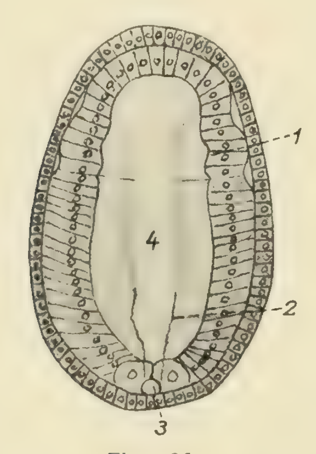
Gastrula

Die bisher runde Blastula bekommt ovale Gestalt. Die früher erwähnten Entodermzellen des vegetativen Pols platten sich zunächst ab und stülpen sich dann, die Furchungshöhle immer mehr verdrängend, in die anderen ein, bis sie sich innen an sie anlegen. Dabei haben die ersteren Zellen noch weiter an Größe zugenommen, was durch Absorbierung der in der Furchungshöhle befindlichen Flüssigkeit zu erklären ist. Damit ist eine flach mützenförmige Gastrula gebildet. Sie läßt bereits in der Unregelmäßigkeit der Wölbung und im ovalen Umriß bilaterale Symmetrie erkennen, besitzt also im Gegensatz zur 1 achsigen Blastula 2 Achsen. Die spätere Längsachse des Tieres, die nach Ansicht Kowalewskys der vom animalen zum vegetativen Pol gehenden Achse entspricht, schließt nach der Meinung Hatscheks mit dieser einen spitzen Winkel ein, und das spätere Vorderende des Tieres wird durch die Stelle der stärksten Wölbung charakterisiert,

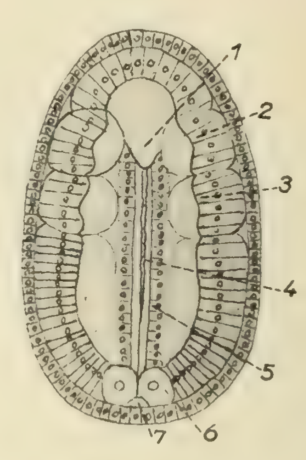
die bezüglich des animalen Pols exzentrisch liegt, derart, daß der späteren Rückenseite der kleinere, der Bauchseite der größere, flachere Teil der Wölbung entspricht.

Die Gastrula vertieft sich nun durch stärkere Wölbung zu halbkugelförmiger Gestalt, wobei der Gastrulamund immer enger wird und der Rückenteil sich immer stärker abplattet. Die Gastrulamundöffnung liegt dabei gegen die Rückenseite hin, wie ja überhaupt der ganze Gastrulamund der späteren Rückenseite angehört. Die Längsachse zieht sich nach Hatschek von dem höchsten Punkt der stärksten Wölbung durch den Hinterrand des Gastrulamundes. Dort liegen 2 besonders große Entodermzellen zu beiden Seiten der Mittellinie, die den hinteren Körperpol bezeichnen. Sie bilden später bei der Entwickelung des Mesoderms dessen hinteren Abschluß, weshalb sie auch die Polzellen des Mesoderms genannt werden (Figur 96, 97).

Während sich die Gastrula nun weiterhin verlängert, beginnt die Schließung des Gastrulamundes, die von seinen Vorderrändern ausgeht, in einer dem späteren Hinterteil der Rückenlinie entsprechenden Linie, während der Hinterrand unverändert bleibt.



Figur 96.



Figur 97.

Figur 96. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stadium mit Rückenfurche und 1. Ursegment, vom Rücken gesehen.* Es ist hauptsächlich der optische Frontalschnitt eingezeichnet. (*1*) 1. Ursegment; (*2*) Grenze der nach der Mittellinie über die Medullarplatte vorwachsenden Schicht; (*3*) Gastrulamund; (*4*) Rückenfurche. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Figur 97. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stadium mit 2 Ursegmenten, vom Rücken gesehen.* Ursegmente, Mesodermfalten und Medullarrohr dargestellt. Die Decke der Medullarrinne ist in der Verwachsungslinie durch den Einfluß der Reagentien geborsten. (*1*) vordere Öffnung des Medullarrohres; (*2*) 1., (*3*) 2. Ursegment; (*4*) Medullarrohr; (*5*) Nervenrohr, Medullarplatte; (*6*) hintere Polzellen des Mesoderms; (*7*) Gastrulamund. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Im Gegensatz zu Hatscheks Ausführungen behauptet Klaatsch, daß die Schließung des Blastoporus nicht durch Aneinanderlegung der Ränder unter Bildung einer Raphe, sondern durch ständige Verengerung erfolgt. Gleichzeitig spricht er auch den Polzellen Hatscheks ihre Bedeutung ab und meint, daß sie bloß als der Ausdruck für gewisse stärkere Veränderungen, Einströmen von Zellmaterial, Vordringen einzelner Zellen und so weiter aufzufassen sind. Im übrigen verhält sich der Hinterrand des Blastoporus nach seiner Ansicht nicht so passiv, wie Hatschek es darstellt.

Ein kleiner Rest des Mundes bleibt als eine kleine, dorsal am Hinterende des Rückens gelegene Öffnung noch lange bestehen. Gleichzeitig mit der Verengerung des Gastrulamundes beginnt auch eine sehr zarte Bewimperung des

Ektoderms, indem jede Zelle eine einzige, später sich immer mehr verlängernde Geißel trägt. Zugleich hat sich auch der Rückenteil immer mehr verlängert und abgeflacht, während der ventrale Teil hauptsächlich durch eine starke Krümmung Veränderungen erleidet. Durch die Verkleinerung des Gastrulamundes wird auch die Rückenfläche immer mehr in die Richtung der Längsachse gebracht und läuft schließlich mit ihr parallel.

Das 1. Stadium der nun einsetzenden weiteren Embryonalentwickelung wird durch die Bildung der Ursegmente und des Nervenrohres gekennzeichnet.

Ursegment und Nervenrohr

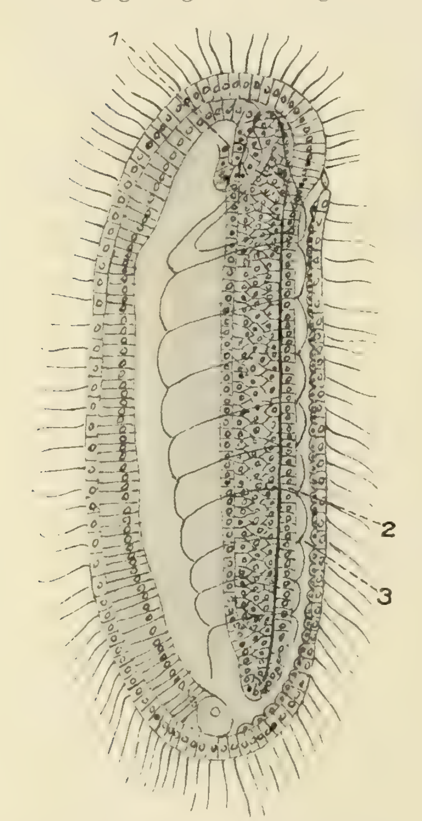
Der flache Rücken der Gastrula beginnt sich zunächst flach, dann immer tiefer von dem vorderen Körperviertel bis zu dem am hinteren Ende gelegenen Gastrulamund einzusenken. Zugleich entstehen, entsprechend den Kanten, die die Begrenzung des Rückens bilden, 2 Längsfalten im Entoderm, die noch nirgends vom übrigen Entoderm schärfer abgegrenzt sind, außer einer medianen Partie, wo sie durch stärkere Furchung eine genauere Abgrenzung besitzen: es sind die Uranfänge des Mesoderms (die Mesodermfalten). Aus diesen Mesodermfalten werden nun der Reihe nach von vorn nach hinten die Ursegmente gebildet.

Als erstes grenzt sich das vorderste Segment dadurch ab, daß hinter dem flacher gewordenen Entoderm der vordersten Embryonalregion der vorderste Teil der Mesodermfalten durch schärfere Kontur sich von dem übrigen Teil absetzt und durch eine schwache Querfaltung der Mesodermfalte auch schärfer faltet. Der vordere und hintere Rand des 1. Ursegments wird durch kleinere Quereinbuchtungen, insbesondere an seiner äußeren Oberfläche, gekennzeichnet, während er jedoch immer noch mit der Gastrulahöhle, dem Urdarm, in offener Verbindung bleibt und auch nach vorn hin und ventralwärts in die Darmwand ohne jede Grenze übergeht. Ähnlich bildet sich durch Querfaltung das 2. Ursegment. Unterdessen wird die den Boden der Rückeneinsenkung bildende Rinne, die Medullarrinne, von den seitlichen Rändern dieser Rinne überwachsen; allmählich hebt sich die selbständig gewordene Medullarplatte vom Epithel des Rückens ab, der nach und nach wieder eine gewölbte Form annimmt. Ungefähr zu Ende der Bildung des 2. Ursegmentes sprengt der Embryo die Eihülle und steigt an die Oberfläche des Wassers empor. Sowohl in der Eihülle, wie auch noch später bis zur Annahme der langgestreckten Gestalt, bewegt er sich in einer eigentümlichen Weise, indem er sich von rechts nach links um die Längsachse dreht, das Vorderende beim Schwimmen nach vorn gerichtet.

Während der Bildung der 3 ersten Ursegmente streckt sich der Embryo immer mehr, der vertiefte Rücken wird, wie bereits erwähnt, flach und das Lumen der Medullarrinne wird unterhalb der oberflächlichen Epithelschicht sichtbar. Durch das Einsinken der Medullarplatte wird auch die Längsfaltung der Ursegmente sowie der noch ungegliederte Hinterteil der Mesodermfalte immer stärker ausgeprägt. Auch die seitliche Abgrenzung der Ursegmente macht sich nun immer mehr bemerkbar.

Während der in gleicher Weise wie die der ersten 2 vor sich gehenden Bildung des 3. Ursegmentes grenzen sich die beiden vorderen wieder schärfer ab; insbesondere gegen die mediane Entodermplatte, gegen die nun eine scharfkantige Furche gebildet wird. Während der Bildung des 4. und 5. Ursegmentes streckt sich der Embryo abermals beträchtlich und plattet sich seitlich etwas ab, indem der dorsoventrale Durchmesser im Vergleich zu dem Querdurchmesser bedeutend

verlängert wird. Zugleich wird nun die bisher ziemlich flache Rückenseite konvex. Jetzt sondern sich die Ursegmente schon sehr stark voneinander ab, derart, daß tiefe Trennungsfalten zwischen sie hineinreichen, die naturgemäß aus 2 Zelllagen bestehen, während aber doch immer noch eine, allerdings klein gewordene, Öffnung gegen den Urdarm vorhanden ist. Auch dieser Vorgang geht allmählich von vorn nach hinten vor sich, so daß die vorderen Ursegmente in dieser Entwickelung jedem nächstfolgenden stufenweise etwas voraus sind, auch bezüglich der Ursegmenthöhle, die im 1. Segment am größten, in den hintersten zur Ausbildung gelangten noch ganz schmal ist.



Figur 98. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stadium mit 9 Ursegmenten, im optischen Längsschnitt.* Mesodermbildungen und vorderes Darmdivertikel sind eingezeichnet. (*1*) vorderes Darmdivertikel; (*2*) Nervenrohr; (*3*) Medullarrohr, Medullarrinne. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Zugleich flachen sich die Zellen des Ursegmentes zu mehr kubischer Gestalt ab und die Dotterkörnchen lösen sich rascher als in den Zellen des Entoderms. Die Bildung der weiteren Ursegmente geht, da das Rückenrohr (Medullarrohr) bereits vorhanden ist und sich tiefer zwischen das Entoderm eingesenkt hat, rascher vor sich (Figur 98).

Während die Ursegmentbildung von vorn nach hinten vor sich geht, verläuft die Überwachsung der Medullarplatte in entgegengesetzter Richtung. Zuerst beginnt sie zu den Seiten des Gastrulamundes, derart, daß dieser dadurch überbrückt wird, so daß man das Ektoderm auf einem medianen Längsschnitt dorsalwärts über ihn hinüberreichen sieht. Von hinten her beginnt auch die Verschmelzung dieser Überwachsungsplatten, in der Mittellinie allmählich nach vorn vorschreitend. In der Regel ist diese Schließung mit der beendigten Bildung des 2. Ursegmentes bis zum Vorderende des 1. Segmentes vollzogen.

Zugleich mit ihr hebt sich die mittlere Partie dieser Überwachsungsplatte von der darunterliegenden Medullarplatte ab, so daß ein flaches, unterhalb der Haut aber noch weit offenes Medullarrohr entsteht, das sich vor dem 1. Segment mit weiter Mündung nach außen öffnet. Diese Mündung verkleinert sich später nach und nach ebenfalls von hinten nach vorn. Hinten ist der flache Hohlraum (Neuralkanal) durch den als Neurointestinalkanal bestehen bleibenden Gastrulamund mit dem Lumen des Darmkanals in Verbindung. Allmählich krümmt sich die Medullarplatte immer stärker und dadurch, sowie durch die starke Wölbung des Rückens wird der flache Hohlraum, der Neuralkanal, immer tiefer. Diese Krümmung der Medullarplatte wird dadurch erreicht, daß ihre Zellen schmal keilförmig werden, und zwar geschieht diese Umwandlungsweise von vorn nach hinten, ungefähr Schritt haltend mit der Ursegmentbildung.

Von diesen Vorgängen ist die Bildung der Rückenfurche und Entstehung der Mesodermfalte hauptsächlich auf aktive Formveränderungen durch Kontraktion des Protoplasmas der betreffenden Partien zurückzuführen, während bei allen übrigen Vorgängen mehr oder weniger die Differenz der Wachstumsvorgänge benachbarter Teile des Embryos die bestimmende Rolle spielt. Im allgemeinen ist die Wachstumsenergie des Embryos in den vorderen Teilen des Embryos stärker als in den hinteren. Die überwiegend aktive Rolle bei diesen Vorgängen, mit Ausnahme der Überwachsung der Medullarplatte, die vom Ektoderm ausgeht, liegt beim Entoderm. Die Bildung der Ursegmente ist mechanisch so zu erklären, daß zunächst durch das Flacherwerden der vor dem 1. Ursegment liegenden vordersten Entodermzellen eine Vergrößerung ihrer Fläche eintritt, wodurch eine Stauung und Stauchung ihrer hinteren Teile erfolgt, die sich durch eine Faltung auswirkt. In ähnlicher Weise bilden sich durch Flacherwerden der Mesodermzellen auch die übrigen Einfaltungen, die die Ursegmente voneinander trennen. Diese stärkere Wachstumsenergie geht mit stärkerem Verbrauch der Dotterkörnchen in den Mesodermzellen Hand in Hand. Das gleiche Verhalten ist bei der Bildung der Medullarplatte zu beobachten: die die Überwachsung bildenden Ektodermzellen verbrauchen die Dotterkörnchen gleichfalls rascher als die der Medullarplatte angehörigen.

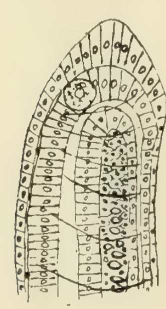


Figur 99. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Stadium mit 13 Ursegmenten, vom Rücken gesehen.* Chorda und Gehirnanschwellung sind eingezeichnet, der Zentralkanal ist angedeutet. (*1*) rechter Darmdivertikel; (*2*) 1. Ursegment. 180-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Chorda, Differenzierung der Ursegmente

Das 2. Stadium der Embryonalperiode ist vor allem durch die Bildung der Chorda und die weitere Vermehrung und Differenzierung der Ursegmente gekennzeichnet. Gleichzeitig streckt sich die Larve noch bedeutend und wird seitlich auch noch viel stärker als früher komprimiert. Die Chorda wird vom Entoderm gebildet und zwar aus der oberen Darmwandung. Anfänglich reicht sie nur bis an das Vorderende des 1. Ursegmentes, wächst aber dann allmählich nach vorn bis an das Körpervorderende aus; und zwar wird dieser vorderste Teil an Ort und Stelle von dem vor der Ursegmentregion gelegenen Entoderm gebildet. Nach hinten geht ihre Entwickelung zugleich mit der Bildung der Ursegmente vor sich, auch insofern, als sie in den späteren Stadien in der Region der schon gebildeten Ursegmente nicht mehr an der Begrenzung des Darmlumens teilnimmt; im Gegensatz zu den frühesten Stadien ihrer Entwickelung und dem noch unsegmentierten Teil des Körpers. Sie bildet sich durch eine allmähliche, zunächst flache, dann immer stärker werdende Einkrümmung des dorsalen medialen Darmteils, deren Konkavität dem Darmlumen zugekehrt ist und die sich schließlich zu einer scharf ausgeprägten Falte ohne Lumen, deren rechte und linke Zellen in der Mitte aneinanderstoßen, zunächst in der Region der vorderen Ursegmente allmählich nach hinten fortschreitend, entwickelt. Im Gebiet der ungegliederten Mesodermfalte flacht sich

auch die Chordafalte nach und nach ab. Ihre Zellen liegen regelmäßig hintereinander. Zu dieser Zeit sind die Ursegmente schon vollkommen vom Entoderm abgesondert. Der anfänglich geradlinige Spalt der Chordaanlage zwischen den beiden seitlichen Zellreihen, die gegen ihn etwas zugeneigt sind, verschwindet nach und nach dadurch, daß diese Zellen über die Mittellinie hinaus nach der anderen Seite wachsen, so daß keine geradlinige Trennung mehr vorhanden ist. Allmählich wird die Chordaanlage, die zunächst noch an der Begrenzung des Darmes teilnimmt, immer selbständiger, wenngleich sie noch in der oberen Darmwand eingekeilt bleibt. Gleichzeitig ist die Durchwachsung der beiderseitigen Zellen so weit vorgeschritten, daß sie schließlich alle den ganzen Querdurchmesser der Chorda durchsetzen. Etwa 4 liegen in einem Querschnitt: eine oben, eine unten und 2, etwas unregelmäßig angeordnet, in der Mitte. In diesem Stadium beginnt sich auch die Bildung zahlreicher kleiner Vakuolen bemerkbar zu machen. Die Chordaentwickelung schreitet von vorn nach hinten weiter, derart, daß die hintersten Teile die noch am wenigsten differenzierten sind. Eine Ausnahme bildet der vor dem 1. Ursegment liegende Teil, der gleichfalls in der Differenzierung deutlich zurückbleibt. Ein solches, allerdings nur schwaches, Nachhinken in der Entwickelung ist auch noch im Bereich des 1. Ursegmentes wahrzunehmen. Das gleiche gilt übrigens auch von der Entwickelung des Mesoderms.



Figur 100. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hinterende eines Stadiums mit 14 Ursegmenten*, von rechts gesehen. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

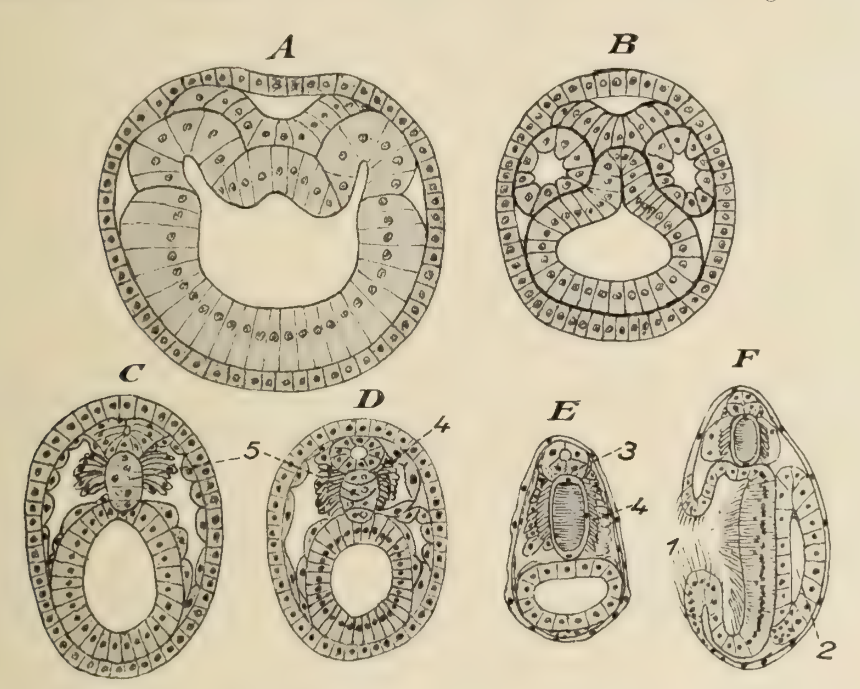
Unterdessen hat sich die Höhlung der vom Darm gänzlich abgeschnürten Ursegmente durch Abflachung ihrer Zellen immer mehr vergrößert. Gleichzeitig wachsen die Ursegmente aber auch ventralwärts, zwischen Ektoderm und Entoderm eindringend, vor. Weniger als alle übrigen Zellen sind die abgeflacht, die der Chorda zunächst liegen und die später die Muskulatur liefern. Sie sind auch dadurch besonders gekennzeichnet, daß sie sehr langgestreckt sind und die ganze Länge des Ursegmentes durchsetzen, regelmäßig reihenweise angeordnet, so daß sich die einzelnen Zellen der aufeinanderfolgenden Segmente aneinanderschließen. Das 1. Ursegment bildet in dieser Zeit einen hohlen Fortsatz nach vorn, der allmählich bis in die Körperspitze hineinwächst.

Im Querschnitt zeigen die Ursegmente etwa rundlich 3eckige Form. Die Basis dieses Dreiecks, die aus den der Darmwand anliegenden Zellen gebildet wird, liefert später das Darmfaserblatt, die der Chorda und dem Nervensystem anliegenden Zellen in der Seite im unteren Teile die Seitenrumpfmuskeln, im oberen ein flaches Plattenepithel. Die äußere, der Haut anliegende Seite bildet ebenfalls ein Epithel, das sich immer mehr abflacht.

Zusammen mit der Darmfaserplatte dehnt sich nun diese Hautplatte immer mehr ventralwärts aus, während die Muskelplatte, deren Zellen einen kolbigen Querschnitt erhalten, da ihre, der Chorda anliegenden Enden sich gegenüber den äußeren bedeutend verschmälern, ihre beschränkte Ausdehnung an den Seitenflächen der Chorda behält. Die Zellkerne liegen in den kolbig verdickten, äußeren Enden der Muskelzellen. Gleiche Entwickelung, wenn auch in beschränkteren Ausmaßen, nimmt der vom 1. Ursegment nach vorn auswachsende Mesodermfortsatz.

Die ursprünglich geradlinig nach unten verlaufenden Grenzen der Ursegmente biegen sich dann später in ihrem ventralen Abschnitt sanft nach hinten und leiten dadurch die endgültige Biegung der Segmentgrenzen ein. Im Stadium mit 9 Ursegmenten beginnt dann deutlich die asymmetrische Verschiebung der beiderseitigen Ursegmente, indem die der rechten Seite etwas weiter nach hinten zu liegen kommen, als die der linken. Diese Verschiebung beträgt im mittleren Hauptteil des Körpers bald $^1/_2$ Segment. Gegen das Körperende zu wird dieser Unterschied erst später erreicht.

Unterdessen hat sich auch das Medullarrohr verschlossen. Aus der rinnenförmigen Vertiefung wird durch Bildung einer anfänglich sehr dünnen, der äußeren Haut anliegenden Schicht ein geschlossenes Rohr. Die Zellen dieses Rohres besitzen so wie die äußeren Ektodermzellen Geißeln, die nach hinten gerichtet sind.



Figur 101. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitte durch verschiedene Entwickelungsstadien.* ***A***, Embryo mit 3 Ursegmenten; Region des 2. Ursegmentes. ***B***, Embryo mit 6 Ursegmenten; Region des 1. Ursegmentes; Chordaspalte geschlossen. ***C***, Embryo mit 9 Ursegmenten; Mitte des Körpers. ***D***, Embryo mit 11 Ursegmenten; Mitte des Körpers; rechts die schief verlaufende Ursegmentgrenze, so daß die Höhlen zweier aufeinanderfolgender Ursegmente getroffen werden. ***E***, Larve mit Mund und 1. Kiemenspalte; Mitte des Rumpfes. ***F***, dieselbe Larve; hinterer Teil der Mundöffnung. (*1*) Mund; (*2*) kolbenförmige Drüse; (*3*) Nervenfibrillen; (*4*) Muskelfibrillen; (*5*) Chorda. ***A*** bis ***D***, ***F*** 435-fache, ***E*** 600-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Während sich die Medullarplatte tiefer einkrümmt, verschmälert sie sich immer mehr durch die Streckung des Tieres, wodurch auch eine Zellenverschiebung derart eintritt, daß bei späteren Stadien der Querschnitt des Medullarrohres nur noch von wenigen Zellen gebildet wird; aber auch dadurch, daß ihre einzelnen Zellen schmäler und höher werden. Die endgültige Schließung erfolgt durch Zusammenwachsen der oberen, gegen die Mitte zu sich verlängernden Randzellen. Das ursprünglich im Querschnitt trapezoide Medullarrohr wird dadurch, daß die oberen, zuerst seitlich noch ausgezogenen Zellen sich nach und nach verkürzen,

rundlich, mit einer unteren Einbuchtung, an die sich die Chorda anlegt. Auch das anfänglich dorsoventral elliptische Lumen des Rohres nimmt rundliche Gestalt an. Der Schließungsprozeß erfolgt nicht von vorn nach hinten, sondern in umgekehrter Richtung.

Am Vorderende der Medullarplatte hatte sich schon von früher her eine Anschwellung in der Region des 1. Ursegmentes, über das die Medullarplatte ja noch nach vorn reicht, bemerkbar gemacht. Diese massigere Ausbildung tritt bei der Schließung, bei der ja durch die Streckung des Körpers das Medullarrohr im allgemeinen, wie bereits erwähnt, merklich dünner wird, immer deutlicher in die Erscheinung, da dieser Teil von der Streckung so gut wie gar nicht betroffen wird. Diese Schwellung, die insbesondere in der Breitenausdehnung bemerkbar ist, liegt in der vorderen Hälfte des 1. Ursegmentes und noch weiter vorn in der Region des mesodermalen Kopffortsatzes. Dort ist das Mesodermrohr noch immer offen und geht allmählich in das niedrigere Epithel des vorderen Körperendes über. Gleichtzeitig mit der Bildung der Chordafalte beginnt beiderseits in der Region vor dem 1. Ursegment das Entoderm dorsal je eine Faltung zu bilden, die 2 seitliche, anfangs symmetrische Blindsäcke am Vorderende des Darmkanals darstellt; ventral von dem mesodermalen Kopffortsatz des 1. Ursegmentes, das sich zwischen sie und das Nervensystem einschiebt. Diese Falten schnüren sich später vom Darm ab und nehmen in den allernächsten Entwickelungsabschnitten (bei *Branchiostoma lanceolatum* schon während der Entwickelung des 9. bis 11. Segmentes) ein stark asymmetrisches Verhalten ein.

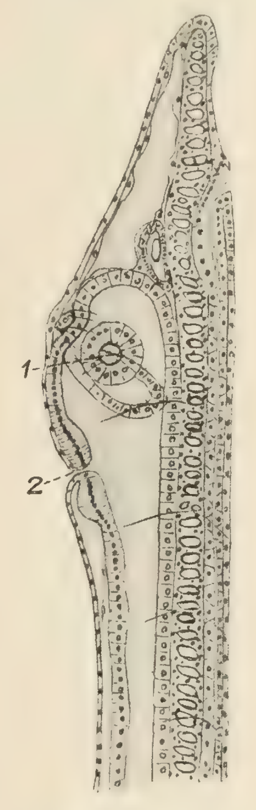
Bei der Streckung des Embryos ist auch das anfängliche Zylinderepithel der Epidermis, mit Ausnahme der vorderen Körperspitze und des Hinterendes, ein flaches Pflasterepithel geworden, dessen Geißeln immer länger werden. Auch die Dotterkörnchen lösen sich, von vorn nach hinten fortschreitend, immer mehr auf, zunächst in den äußersten Körperschichten, worauf Mesoderm, Medullarplatte und schließlich Entoderm folgen.

Die nun folgende Entwickelungsperiode wird durch die histologische Differenzierung der einzelnen Organe gekennzeichnet. Gleichzeitig tritt auch eine besondere Veränderung der äußeren Gestalt der Larve ein, die durch sehr starke Streckung, seitliche Komprimierung, Entwickelung einer Schwanzflosse und schnauzenförmigen Verlängerung des vorderen Körperendes allmählich eine fischähnliche Gestalt erhält.

Diese Körperstreckung erfolgt vornehmlich durch eine Ausdehnung der Körpersegmente, namentlich der vorderen. Die Vermehrung der Ursegmente nimmt während dieser Zeit ein langsameres Tempo an. Sie wachsen bei *Branchiostoma lanceolatum* bis zum Ende dieser Periode, die durch den Durchbruch des Mundes gekennzeichnet wird, bis auf die Zahl von 14. Ihre Bildung erfolgt in gleicher Weise wie die der früheren. Hinter dem letzten Ursegment liegt noch eine kurze, ungegliederte Mesodermfalte, die in die beiden großen, rundlichen Polzellen am Hinterende des Gastrulamundes übergeht. In dieser Zeit wachsen die Ursegmente bis zur ventralen Mittellinie hinab, wobei nicht bloß die Darm- und Hautplatte, sondern auch die Dissepimente zwischen den einzelnen Ursegmenten Anteil nehmen, so daß diese auch ventral vollständig getrennt sind. Erst später tritt eine ventrale Rückbildung der Dissepimente und damit eine Verbindung der ventralen Teile dieser Ursegmente untereinander ein. Die anfänglich sanfte

Biegung entwickelt sich immer mehr zu der charakteristischen, scharf winkelförmigen Knickung beim ausgebildeten Tiere; insbesondere durch immer stärkere Biegung des ventralen Schenkels wird dieser Winkel immer spitzer.

Ungefähr im Stadium mit 10 Ursegmenten tritt die Differenzierung der Muskeln aus den Zellen des Muskelblattes ein, indem jede Zelle zunächst nur eine Fibrille ausscheidet, die sich unmittelbar an die der hinter und vor ihr liegenden Zellen anschließt, so daß eigentlich eine Zellenlängsreihe eine einzige durch den Körper ziehende Fibrille ausscheidet, in der bald eine deutliche Querstreifung zu erkennen ist. Die Fibrillen werden an der der Chorda zu gelegenen Seite der Zellen ausgeschieden, sind zunächst fadenförmig und wachsen dann bandförmig aus, dergestalt, daß sie parallel zueinander in etwas spitzem Winkel zur seitlichen Chordafläche stehen, die innere Hälfte der Muskelzellen einnehmend. Diese Differenzierungen gehen von vorn nach hinten vor sich.



Figur 102. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Vorderende eines Embryos mit noch sehr kleiner Öffnung des Mundes und der 1. Kieme.* (*1*) Mund; (*2*) 1. Kiemenspalte. 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

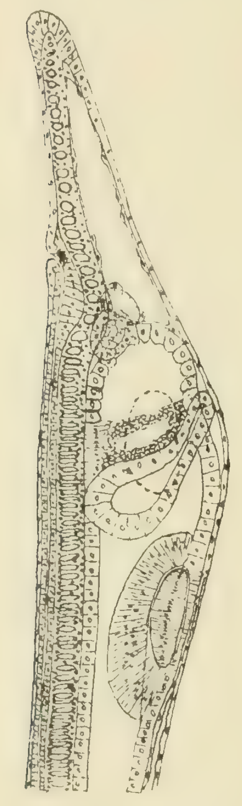
Das gleiche Verhalten gilt von den Kopffortsätzen des Mesoderms, nur bleiben diese dort bloß auf die Rückenhälfte beschränkt und die Anzahl der Muskelfibrillen ist entsprechend der geringeren Zellenanzahl gleichfalls geringer.

Die Ursegmente bilden während ihrer Ausdehnung bis zur ventralen Mittellinie zunächst eine einfache Mesodermlamelle zwischen Ektoderm und Entoderm, die durch Verwachsung der beiderseitigen Ausläufer entstanden ist und sich bis nach hinten verfolgen läßt. In diesen Lamellen tritt, von hinten nach vorn fortschreitend, ein heller, von ganz flachen Zellen ausgekleideter Kanal auf, der in der Gegend des 2. Ursegmentes durch die als scheibenförmige Verdickung des Entoderms sich bildende 1. Kiemenspalte aus der Mittellinie nach rechts verdrängt wird und vorn blind endet. Es ist der Beginn des Blutgefäßsystems.

In diesem Stadium beginnt sich die Chorda, die bisher noch zwischen dem Darm eingekeilt war, von diesem abzuheben, obwohl sie ihm immer noch innig angelagert ist. Am Hinterende wächst sie in der gleichen Weise wie in früheren Stadien durch fortgesetzte Abschnürung vom Entoderm weiter, bis sie zu Ende des Larvenstadiums völlig abgeschnürt ist und ihre Weiterentwickelung nunmehr nur auf Kosten dieses selbständig gewordenen Materials ähnlich wie bei den Mesodermanlagen erfolgt. Im vordersten Körperabschnitt wächst sie mit dem rüsselförmigen Auswachsen des ganzen Körpers gleichfalls sehr stark vorwärts, stärker als die benachbarten Gewebsteile, so daß ihre Spitze zwischen die Ektodermzellen des Körperendes förmlich eingekeilt erscheint und manchmal eine Anschwellung oder Krümmung durch zu starkes Wachstum erleidet.

Im Innern der Chordazellen sind unterdessen, wie schon erwähnt, zahlreiche kleine Vakuolen aufgetreten, die sich namentlich auf das Gebiet der mittleren

Chordazellen erstrecken, in der dorsalen und ventralen Zellreihe aber sehr spärlich sind. Sie werden dann größer, nehmen dabei aber zugleich, wohl infolge Verschmelzung, an Zahl ab. Diese Vergrößerung ist bei den in der dorsalen und ventralen Zellreihe gelegenen nicht sehr bedeutend. An Zahl nehmen sie auch dort sehr bedeutend ab und verschwinden stellenweise ganz. In den mittleren Zellreihen hingegen werden sie immer schärfer, sehr groß, rundlich, länglich, dergestalt, daß sie in der Längsachse des Embryos abgeplattet sind und sich, immer höher werdend, aneinander vorbeischieben, so daß sie schließlich hintereinander zu liegen kommen. Zugleich werden dadurch die beiden mittleren Zellreihen so verschoben, daß auch sie nur noch eine einzige, hintereinanderliegende Reihe von Zellen bilden, die bald nur noch aus dünnen, senkrechten Scheidewänden zwischen den Vakuolen, den Chordaplatten, bestehen; während an der dorsalen und ventralen Zellreihe die Zellgrenzen und Kerne sehr klar und deutlich zu erkennen sind, verschwinden die ersteren im mittleren Teil, während die letzteren sehr undeutlich werden.



Figur 103. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Vorderteil einer Larve mit Mund und 1. Kiemenspalte.* 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Damit und mit dem Eintreten der Querfaserung der Chordaplatten ist in großen Zügen der definitive Zustand der Chorda erreicht.

In diesem Stadium verändert das Medullarrohr insofern seine Gestalt, als sein unter der Chorda anliegender Teil allmählich gegenüber dem oberen breiter wird, also eine Umkehrung der Verhältnisse eintritt. In der Region des unsegmentierten Hinterendes ist das durch die Streckung dünn gewordene Medullarrohr sichtlich verdickt. Diese verdickte, um das Hinterende der Chorda ventralwärts gekrümmte, dort noch mit dem Darmkanal kommunizierende Stelle liefert das Material für sein weiteres Wachstum. Die Verdickung des Vorderendes des Nervensystems tritt gleichfalls jetzt noch schärfer hervor. Durch sie erleidet die Chorda eine deutliche Einbuchtung. Der hier etwas weitere Zentralkanal mündet durch eine feine Öffnung nach vorn in einer trichterförmigen Einsenkung der Haut nach außen (siehe Sinnesorgane).



Figur 104. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Hinterende der in Figur 103 dargestellten Larve.* 280-fache Vergrößerung. (Nach Hatschek)

Im 5. Metamer tritt in dieser Periode ein schwarzer Pigmentfleck auf, während erst zu Ende der Embryonalentwickelung der vielfach als Augenfleck angesprochene Pigmentfleck am Vorderende der Gehirnanschwellung in die Erscheinung tritt.

Zu dieser Zeit zeigen sich auch die ersten Nervenfaserstränge in den 2 ventralen, seitlich ausgezogenen Kanten des Medullarrohres.

Mittlerweile haben sich die vorderen Entodermsäckchen aus ihrer ursprünglichen Symmetrie merklich asymmetrisch entwickelt. Sie schnüren sich beide

vom Darm ab, der sich damit aus dem vorderen Körperende zurückzieht. Das rechtsseitige Säckchen entwickelt sich zur dünnen Wandung eines stark vergrößerten, etwa 3kantigen, das vordere Körperende ventralwärts der Chorda einnehmenden Hohlraums, während das linke Säckchen rundlich, dickwandig, aus hohen Zylinderzellen, innen mit Flimmerhaaren bedeckt, zusammengesetzt erscheint, etwas hinter der Gehirnanschwellung des Medullarrohres liegen bleibt und an der linken Körperseite zu Beginn des Larvenlebens in einer kleinen Öffnung nach außen durchbricht. Es liegt quer unter der Chorda und beginnt sich noch vor dem Durchbruch nach außen in 2 Teile zu gliedern: einen größeren, weiteren, stärker flimmernden, linken Abschnitt, der die spätere Außenöffnung erhält, und einen kleineren, nach rechts gelegenen, blind endigenden. Der Durchbruch erfolgt erst nach dem des Mundes (Hatscheks Nephridium) (Figur 102).

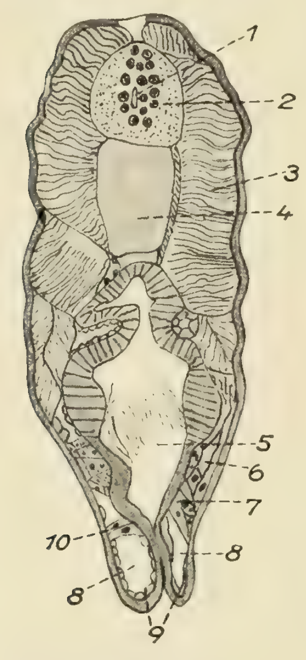
Im Stadium, das 9 Ursegmenten entspricht, entwickelt sich in der ventralen Darmwand in der Gegend des 1. Metamers eine seichte Falte, die sich bald stark vertieft, insbesondere auf der rechten Seite des Darmes und sich dort allmählich längs der ganzen Höhle der Darmwand entwickelt, auf der linken viel schmäler, nur bis zu ihrer Mitte reichend, und sich hierauf abschnürt. Sie bildet dann eine kolbige Drüse an der rechten Darmseite mit einem dünnen Ausführungsgang, der sich um den Darm auf die linke Seite hin fortsetzt, bis zur Mitte des Darmes aufsteigend, wo er nach außen mündet. Der kolbig verdickte, drüsige Teil besitzt große, körnige, gelbliche Zellen, der Ausführungsgang besteht aus dünnen Plattenzellen, deren dem Lumen zugewendete Seiten bald zarte Flimmergeißeln entwickeln. Nun legt sich der Darmkanal, dessen innere Fläche unterdessen an jeder Zelle eine flimmernde Geißel erhalten hat, mit seinem Vorderende auf der rechten Seite an das Ektoderm an, verschmilzt mit diesem, wodurch sich anfangs eine scheibenförmige Verdickung des Gewebes an dieser Stelle bildet, in der dann durch Auseinanderweichen der Zellen die von wallartigen Rändern umgebene Mundöffnung ganz fein durchbricht. In der nächsten Zeit vergrößert sie sich in der Weise, daß die Stelle der ersten Öffnung dem vorderen Mundrand entspricht (Figur 103).

Zu gleicher Zeit bildet sich in der Gegend des 2. Ursegmentes ebenfalls eine Verdickung des Darmkanals an der ventralen Seite, die, gleichfalls mit dem Ektoderm verschmelzend, die 1. Kiemenspalte liefert, die bereits beim Durchbruch etwas auf der rechten Seite des Tieres gelegen ist. Die Bildungsstelle dieser Kiemenspalte tritt schon vor dem Durchbruch durch eine bedeutende Erhöhung der Darmzellen in die Erscheinung, die dort sehr dünn zylindrisch und viel heller gefärbt sind als die großen, trübkörnigen Zellen des vorderen Darmendes. Der Durchbruch erfolgt dadurch, daß sich an der dem Darmlumen zugekehrten Innenwandung der scheibenförmigen Kiemenanlage zunächst eine trichterartige Einstülpung bildet, die dann in einer feinen, allmählich sich vergrößernden Öffnung nach außen durchbricht. Das Entoderm bildet den breiten, ringförmigen, inneren Rand der Kiemenspalte durch sehr hohe, dünne, helle Geißelzellen.

Das äußere Epithel wird immer dünner und besteht, mit Ausnahme der Umgebung des Mundes, des Vorder- und Hinterendes, aus ganz dünnen Plattenzellen. Am Vorderende bildet das dort verdickte Epithel eine Art Tastorgan, am Hinterende wachsen die Zellen zu sehr großer Höhe aus und bilden dadurch die embryonale Schwanzflosse als eine kammförmige Epithelerhebung, in der zahlreiche,

feine Pigmentkörner enthalten sind. Alle Epithelzellen sind kräftig bewimpert.

Nach dem gleichzeitigen Durchbruch von Mund und 1. Kiemenspalte bricht das aus dem linken Entodermsäckchen entstandene Flimmerorgan, hierauf die kolbenförmige Drüse und schließlich der After durch, und zwar an der Stelle der beiden schon mehrfach erwähnten Polzellen. Ungefähr gleichzeitig oder auch etwas später erfolgt die Unterbrechung der Verbindung zwischen Darm und Medullarrohr; die Afteröffnung bildet sich ventralwärts von dieser Verbindung asymmetrisch auf der linken Seite, dicht vor der Schwanzflosse.



Figur 105. ACRANIA. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Querschnitt durch die hintere Pharyngealregion einer Larve, deren Atrialfalten sich eben vereinigt haben, so daß die Atrialhöhle geschlossen erscheint.* (*1*) Zentralkanal; (*2*) Rückenmark; (*3*) Myotom; (*4*) Chorda; (*5*) Kiemenspalte; (*6*) linkes Splanchnozöl; (*7*) linkes (solid gewordenes) Metapleuralzölom; (*8*) Lymphkanal; (*9*) Atrialfalten; (*10*) rechtes Metapleuralzölom. 350-fache Vergrößerung. (Nach Mac Bride)

Nach Franz entsteht aus dem linken Entodermsäckchen, das durch einen schmalen, sehr niedrigen Damm schon in einem früheren Stadium in 2 Ausbuchtungen geteilt ist, sowohl das Räderorgan, wie die Hatscheksche Geißelgrube (die Geißelgrube des Munddaches).

Nun beginnen die Embryonen, die immer mehr seitlich komprimiert werden und deren Vorderende 3eckig auswächst, während sich hinten die Schwanzflosse immer mehr ausbildet, von der Oberfläche, wo sie sich bisher flimmernd bewegt hatten, unter beginnenden seitlichen Schlängelungen in tiefere Wasserschichten hinabzugehen (bis auf 30 bis 40 Meter und darüber nach Beobachtungen Willeys). Nach van Wijhes Angaben erfolgt das Hinabwandern erst später, in der larvalen Zeit.

An der linken Körperseite, dicht vor dem vorderen Mundrande, entwickelt sich eine Anzahl gesonderter, stärker beweglicher, mundwärts schlagender Geißeln, die einer kleinen, warzenförmigen Anhäufung hoher Ektodermzellen aufsitzen.

Die ventralen Teile der Dissepimente sind nun rückgebildet, die Leibeshöhle ist dort nicht mehr segmentiert, das ventrale Blutgefäß beginnt langsam von hinten nach vorn gerichtete Kontraktionen auszuführen, die Auflösung der Dotterkörnchen ist beendet, alle Gewebe zeigen glashelles, durchsichtiges Protoplasma. Die Larve ernährt sich von nun an selbständig.

Postembryonale Entwickelung

Auf die Embryonal-Entwickelung folgt nun die postembryonale, die gemeiniglich in 3 Perioden geteilt wird: in die des larvalen Wachstums, in die der Metamorphose und in die des postlarvalen Wachstums.

(1) larvale

In der Zeit des larvalen Wachstums vergrößert sich insbesondere der Larvenmund, die Zahl der Kiemenspalten auf der linken Seite vermehrt sich allmählich, und am hinteren Körperende bilden sich nach und nach immer weitere Myotome mit den dazugehörigen Nerven, bis am Ende dieser Wachstumsperiode ihre endgültige Zahl erreicht ist.

Während der Metamorphose verändern sich vor allem Mund und Kiemenspalten, sowohl in der Form wie in der Lage, in bemerkenswerter Weise. Der Mund,

der ursprünglich gleichfalls auf der linken Seite, also vollständig asymmetrisch gelegen war, verschiebt sich gegen die Körpermitte, und bei den ebenfalls ursprünglich asymmetrisch auf der linken Seite angelegten Kiemenspalten beginnt nun eine Reduktion einzelner von ihnen, während auf der rechten Seite neue auftreten, so daß schließlich am Ende dieser Periode auf beiden Seiten die gleiche Anzahl vorhanden ist.

Die Kiemenspalten vermehren sich dann während des 3. (des postlarvalen) Stadiums durch Hinzutreten von neuen Spalten am hinteren Ende des Kiemenkorbes (siehe Kiemen).

Die Mundhöhle liegt nunmehr ventral, fast medial, wird jedoch nur von Nerven und Muskeln der linken Seite versorgt.

Auf der rechten Seite entspricht dem Mund nach van Wijhes Ansicht die kolbenförmige Drüse, beide zusammen entsprechen der ersten Kiemenspalte, was er aus der histologischen Beschaffenheit der letzteren folgert, deren Epithel größtenteils drüsig differenziert ist, und die einen ringförmigen Streifen des gleichen Flimmerepithels aufweist, wie die übrigen Kiementaschen. Beweis dafür ist ihm auch das Vorhandensein des vor der Mundöffnung liegenden Flimmerorgans, das er als Reste der primären Mundöffnung deutet, die ja natürlich vor dem ersten Kiemenspaltenpaar gelegen sein müßte. Als Grund dieser merkwürdigen Funktionsänderung sieht er die schraubenförmige Drehbewegung an, die nach seiner Theorie *die Vorfahren des Branchiostoma* ähnlich der der jetzigen Larven besessen haben müssen. Er steht damit im Gegensatz zu anderen Forschern, die den *Vorfahren der Acranier* eine Lebensweise ähnlich der der *Plattfische* zuschreiben, wobei sie seitlich auf dem Boden lagen. Das Vorhandensein von pelagisch lebenden, neotenischen Hochseeformen, wie »*Amphioxides*«, spricht gewiß mehr zugunsten der Hypothese van Wijhes.

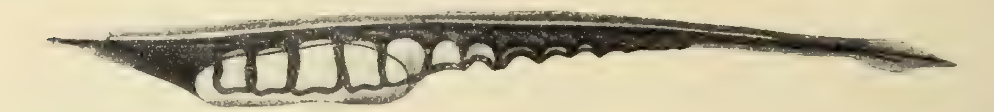
Auch die larvale Entwickelung wird nach van Wijhes Beispiel in einige Unterabschnitte geteilt.

In der ersten dieser Perioden, in der nach seinen Beobachtungen die Tierchen, deren große, flache Epidermiszellen je eine lange Wimper tragen, noch auf der Meeresoberfläche leben, bildet sich der Reihe nach die Öffnung des Wimperorgans, die äußere Öffnung der kolbenförmigen Drüse und schließlich die Afteröffnung.

Zu Beginn der 2. larvalen Entwickelungsperiode sinken die Larven in die Tiefe und halten sich in der Nähe des Meeresbodens auf. Während dieser Zeit, in der sie sich auch merklich vergrößern, vermehrt sich die Zahl der Kiementaschen auf 14 bis 16, die nach- und hintereinander sich anlegen. In derselben Weise werden sämtliche Myotome gebildet und die Seitenfalten (Metapleura) treten auf und beginnen mit ihrer Verwachsung zur Bildung des Atriums. Die embryonale Schwanzflosse wandelt sich in die endgültige um. Das Endostyl (die »Glandula thyreoidea«), die sich bei der Larve in dem Stadium mit einer Kiementasche aus einem vor der kolbenförmigen Drüse gelegenen Epithelstreifen entwickelt hat, liegt mit seinem kürzeren rechten Schenkel dorsal in der Nähe der Chorda, mit dem längeren linken dagegen auf der topographisch rechten Körperseite und steigt kaudalwärts zur Chorda hinauf. Die Epidermis verliert ihre Wimpern bis auf die Mandibularpapille, wo sie sich noch bis knapp vor den Beginn der Metamorphose erhalten. Der Mund vergrößert sich sehr stark.

Nach Franz entwickeln sich in der larvalen Periode in der allmählich höher werdenden Rostralflosse die Anfangsstadien der Hautkanäle. In derselben Zeit entstehen die Vorläufer der sogenannten Quatrefageschen Körperchen als auffallend große Kerne in der homogenen verzweigten Nervenmasse der Ver-

zweigungsstellen des 1. Spinalnerven: einfache, große Kerne, die wahrscheinlich zu je einer Nervenfaser gehören. Er spricht demnach die Anschauung aus, daß diese Quatrefageschen Körperchen bipolare Ganglienzellen mit gliaartigen Nebenzellen sind. Nach dieser Auffassung entstammen die Ganglienzellen nicht der Epidermis, sondern dem Zentralnervensystem.



Figur 106. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Habitusbild einer Larve am Ende der larvalen Wachstumsperiode.* (Nach Franz)

(2) metamorphosische

Nun beginnt die Metamorphose. Sie wird eingeleitet dadurch, daß gleichzeitig ungefähr 6 der ersten 8 Kiementaschen der rechten Körperseite, zunächst als solide Verdickungen in der rechten Grenzfalte des Pharynx entstanden, später durch Auseinanderweichen der Zellen mit einem Lumen ausgestattet, auftreten, die während dieser Periode gleiche Form und Größe wie die ihnen gegenüberliegenden erreichen. Diese letzteren, die bisher nahezu medial gelegen waren, rücken ungefähr in der Mitte dieser Periode auf die linke Seite, die übrigen linken Taschen, darunter die zuerst gebildeten vordersten, veröden. Hierdurch wird der Kiemenkorb symmetrisch. Kolbenförmige Drüse und Mandibularpapille verschwinden in dieser Zeit. Das Endostyl, dessen rechter und linker Schenkel gleiche Länge erhalten, bildet endgültig den Boden des Pharynx. Am Darm entsteht ein Blindsack, die Leber durch »rostrokaudale« Abschnürung, der Ilio-Colonring des Darmes (siehe dort) rückt bis vor die Region des Atrioporus nach vorn. Der bis dahin sagittal gestandene, große Larvenmund verengert sich in der ersten Hälfte dieser Periode zu einer kurzen, engen Spalte, um sich dann wieder zur runden, quergestellten, mit Tentakeln ausgerüsteten Velaröffnung zu erweitern.

Zugleich tritt der Mund des ausgebildeten Tieres mit den an Zahl immer mehr zunehmenden Zirren (Oraltentakeln) auf. Das Wimperorgan des Pharynx ist bis zur Beendigung dieser Periode immer noch unsymmetrisch. Die larvale Kiemenmuskulatur, sowie ein Teil der Mundmuskulatur degeneriert und verschwindet. Nur der Velarmuskel bleibt erhalten.

Während dieser Zeit wachsen die Larven, die nun schon das Leben im Sand aufgenommen haben, nicht.

(3) postlarvale

Das postlarvale Stadium stellt den *jungen*, nun wieder weiterwachsenden *Acranier* mit symmetrisch ausgebildetem Pharynx dar, an dem sich die bereits angelegten Teile nun vergrößern, die Geschlechtsprodukte sich bilden, die Kiementaschen, bei denen jede linke gegenüber der entsprechenden rechten immer etwas vorgelagert ist, sich paarweise am Hinterende des Kiemenkorbes vermehren, außerdem auch sich schräg zur Körperachse verlängern und dabei die Querbalken Synaptikel entwickeln (mit den bereits genannten Ausnahmen, siehe Kiemen).

Es erübrigt sich noch die kurze Schilderung über die Bildung einzelner Körperteile und Organe.

Was die Entwickelung des Atriums betrifft, so erfolgt deren Vollendung nach Willey zu Ende des Larvenstadiums. Ihre Bildung beginnt mit dem Auftreten der 9. oder 10. Kiemenspalte auf der rechten Seite dadurch, daß der Bauch

des Tieres sich zwischen 2 Längsfalten, den späteren Metapleura, einbuchtet. Diese sind, wie schon erwähnt, zuerst solid, erhalten dann aber einen Lymphkanal. Die schon erwähnte Vereinigung der Atrialfalten (Subatrialfalten) durch Gegeneinanderwachsen, wodurch die Atrialhöhle geschlossen wird, erfolgt nach Willey vor allem von deren innerer Kante aus. Zuerst sieht das Atrium einem Kanal ähnlich. Durch das immer weitere Auseinandertreten der Metapleura und der Subatrialfalte, die sich gegen vorn zu immer weiter schließt, wird es größer. Das linke Metapleurum, das ursprünglich nahezu an der Mittellinie gelegen war, wandert nun auch auf die linke Seite, das rechte ist jedoch immer noch das beträchtlich stärkere. Die Atrialhöhle entwickelt sich nun seitlich und aufwärts und umschließt endlich nahezu vollständig den Darmkanal.

Die Entwickelung der Gonaden ist bei der morphischen Schilderung dieser Organe wiedergegeben. (Siehe Seite 80 bis 88).

Was den Ursprung des Mesoderms anlangt, so wird dieses nach Mc Bride von 5 bestimmten Elementen abgeleitet; und zwar einer unpaarigen Tasche des Darms, von der auch die Kopfhöhle gebildet wird; einem Paar dorsaler Taschen, die dem ersten Myotompaar seinen Ursprung geben, und aus ihren langen, ventralen, sackähnlichen Auswüchsen, die sich nach hinten in die Atrialfalten erstrecken; und schließlich einem Paar dorsolateraler Gruben in der Darmwand, die sich nach hinten bis zum Blastoporus ziehen, sich allmählich mit dem Wachstum des Tieres in die einzelnen Somiten aufteilen, und also die Myotome bilden, die dem ersten folgen.

Neotenie

1889 wurde von Günther ein aus einem Schleppnetzfang nördlich von Honolulu stammendes *Branchiostoma-Exemplar* als *Branchiostoma pelagicum* beschrieben, das 6 Jahre später von Gill zum Vertreter einer eigenen Gattung »*Amphioxides*« erhoben wurde. Dieser Gattung wurde später sogar Familienrang gegeben, als einer pelagischen Acranier-Gruppe. In den folgenden Jahren wurden manche weiteren derartigen pelagischen Formen auch aus dem Indischen Ozean gemeldet, namentlich von der »Valdivia«-Expedition eine ganze Anzahl erbeutet (Figur 107).

Alle diese Formen stammten aus der Hochsee, zum Teil aus Gebieten über mehreren 1000 Meter Wassertiefe, die meisten von der Oberfläche, nur einige aus Tiefenfängen. Die Exemplare zeigten übereinstimmend *deutliche Larven-Charaktere*, insbesondere stark zusammengefaltete Kiemen-Bogen und -Spalten, Fehlen der Präoraltentakel, unentwickelten Peribranchialraum, meist große Rostralflosse und oft geringe Gesamtgröße. Diese Größe war allerdings bedeutender als die *gewöhnlicher Acranier-Larven*, manchmal sogar beträchtlich größer als die bereits völlig metamorphosierter, ja zuweilen sogar geschlechtsreifer Tiere der *bisher bekannten Branchiostoma-* und *Epigonichthys-Arten*.

Manche von ihnen zeigten aber auch bereits Übergänge zur Metamorphose, was sich insbesondere in der Anlage einer 2. Kiemenspaltenreihe zeigte.

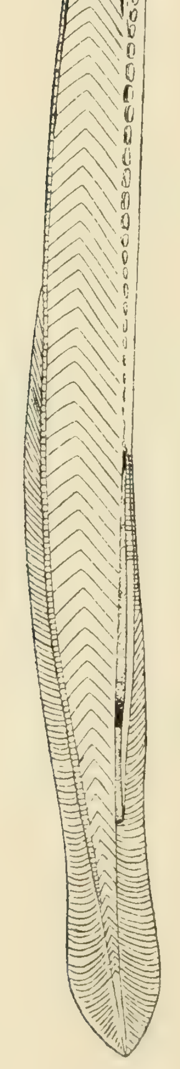
Gonaden und Gonadenanlagen waren nur bei wenigen beobachtet worden. Nur bei 2 Exemplaren konnten sie als »nahezu reif« bezeichnet werden. Nach der Ansicht Goldschmidts, der sich hauptsächlich mit diesen Formen befaßt hat, handelt es sich hierbei um eine Neotenie, die mit dem pelagischen Leben auf der Hochsee in Zusammenhang steht und eine Anpassung an dieses darstellt. Die Frage, ob es sich tatsächlich um eine wirkliche Neotenie handelt, also um geschlechtsreif werdende, sonst ständig auf dem Larvenstadium stehen bleibende Formen oder ob wir es nur mit einer Verzögerung der Meta-

morphose zu tun haben, ist noch nicht geklärt, ebensowenig wie die, ob die *beschriebenen Amphioxides-Formen bisher unbekannten* oder — wenigstens zum Teil — *bereits bekannten Acranier-Arten* angehören; auch die Frage, ob solche Formen Ausnahmen sind oder nur deshalb bisher so wenig bekannt wurden, weil die Gelegenheit zu ihrer Erbeutung natürlich gegenüber der Möglichkeit des Auffindens von *Acraniern* an der Küste eine außerordentlich viel geringere ist.

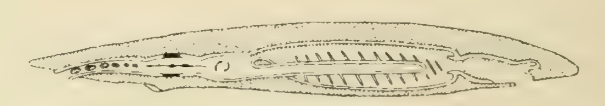
Zusammenfassend ist zu sagen, daß unter *Amphioxides-Formen jene unmetamorphosierten Acranier-Larven zu verstehen sind,* die mehr als 4,5 Millimeter Länge besitzen, eine Tatsache, die als eine durch das Hochseeleben hervorgerufene Anpassung an diese aufzufassen ist, wobei die Frage, ob es sich bei diesen Formen um wirklich neotenische Erscheinungen handelt, noch nicht geklärt ist.

Ökologie Laichen

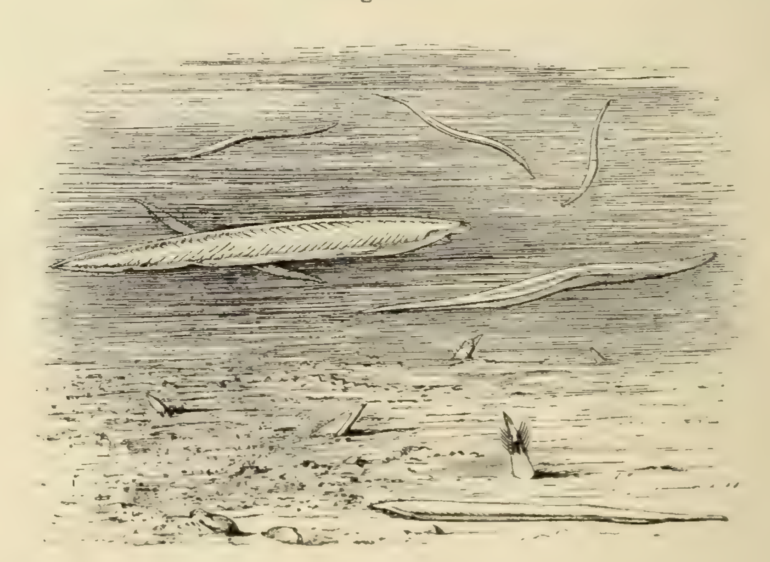
Die Ablegung des Laiches ist sehr stark abhängig vom Wetter. Nach Hatscheks Beobachtungen laichen die Tiere (*Branchiostoma lanceolatum*) am ausgiebigsten an warmen Tagen, etwa 2 bis 3 Tage nach einer Periode von kaltem und stürmischem Wetter, und zwar in den ersten Frühlingstagen.



Figur 107.



Figur 108.



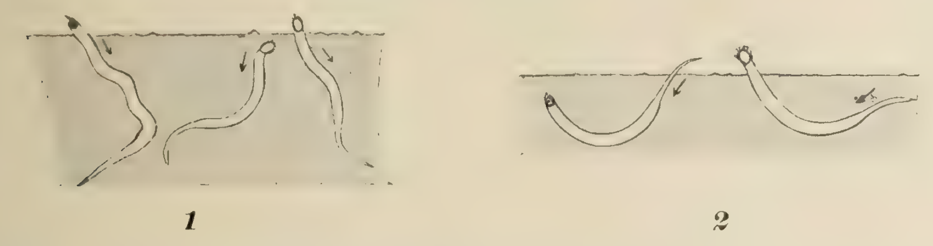
Figur 109.

Figur 107. Acrania. — *Asymmetron pelagicum* Günther. (Nach Franz)

Figur 108. Acrania. — *Asymmetron lucayanum* Andrews: *Diagramm zur Veranschaulichung des Nahrungsweges durch Mundhöhle, Kiemen-, Mittel- und Enddarm* (durch eine Punktlinie gekennzeichnet). (Nach Andrews aus Franz)

Figur 109. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) in der salzigen Lagune »Pantano bei Messina, wo das Tierchen häufig studiert worden ist, so zum Beispiel von Kowalewsky, Haeckel, Hatschek, Willey. (Nach Willey)

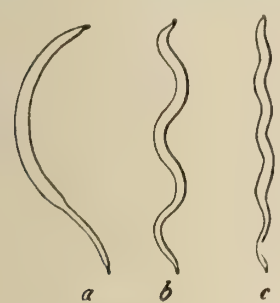
Auch die Entwickelung wird durch kaltes Wetter, insbesondere in der ersten Zeit beträchtlich verlangsamt. Durch eine Störung werden die Tiere zu früherer Ausstoßung der Geschlechtsprodukte veranlaßt, die normalerweise in den Abendstunden unmittelbar nach Sonnenuntergang erfolgt.



Figur 110. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *1, Haltung rückwärts eingedrungener Tiere im Sandgrund*; *2, Haltung vorwärts eingedrungener Lanzettfische.* Die Pfeile deuten die Richtung des Einbohrens an. Der Zirrenkranz ist manchmal offen, manchmal geschlossen. (Nach Franz)

Nahrungsaufnahme und Verdauung

Nach Ortons Beobachtungen am *lebenden Tiere* geht ein Wasserstrom vom Pharynx zum Atrium, der durch die »Lateralzilien« verursacht wird, die an den Seiten der Kiemenbogen stehen (Figur 76), welche den Kiemenspalten zugekehrt sind. Die Nahrungsteilchen, die dem Räderorgan entlang zum Pharynx gebracht werden, werden von Schleim eingehüllt, der aus dem Endostyl stammt und von dessen Flimmerhaaren bis an die Innenseite der Kiemenbogen geschafft wird. Durch diese Schleimhüllen wird die Nahrung zu zylindrischen Paketen vereinigt, die nun an der Innenseite der Kiemenbogen entlang wieder durch Flimmerhaare an der pharyngealen Seite der Kiemenbogen zu der Epibranchialfurche befördert und von dieser zum Darm weitergeführt werden (Figur 108).



Figur 111.



Figur 112.

Figur 111. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schlängelbewegungen schwimmender Tiere.* ***a***, stehende Wellen zwischen den 2 Schwingungsknoten (etwa) Vorderende und Atrioporus, bringen das Tier vorwärts: sie kommen besonders bei beschädigten Tieren vor. ***b***, normale Bewegung: Wellen von vorn nach hinten fortschreitend (beim Vorwärtsschwimmen). ***c***, gleichfalls nach hinten fortschreitende, das Tier nur langsam vorwärtsbringende Wellen (bei geschädigten Tieren). (Nach Franz)

Figur 112. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas): *Schema der Rechtsdrehung eines vorwärtsschwimmenden Tieres.* (Nach Franz)

Der Pharynx dient also nach diesen Beobachtungen hauptsächlich der Nahrungsaufnahme und stellt zugleich eine Art Wassersauger oder Wasserpumpe dar. In der Mitte des Magendarms wird die Nahrung, wie schon ältere Beobachter erwiesen haben, in verhältnismäßig rascher, spiraliger Drehung von rechts nach links weiterbefördert. Letztere ist besonders stark in der Gegend des Ilio-Colonringes, doch ist die gesamte Vorwärtsbewegung der Nahrung im Darm langsamer als im Bereich der Kiemen. In den Leberblindsack geht die Nahrung nicht hinein, doch biegen die Nährstoffe dort etwas ventral und vorwärts ein. Hinter dem Magen-

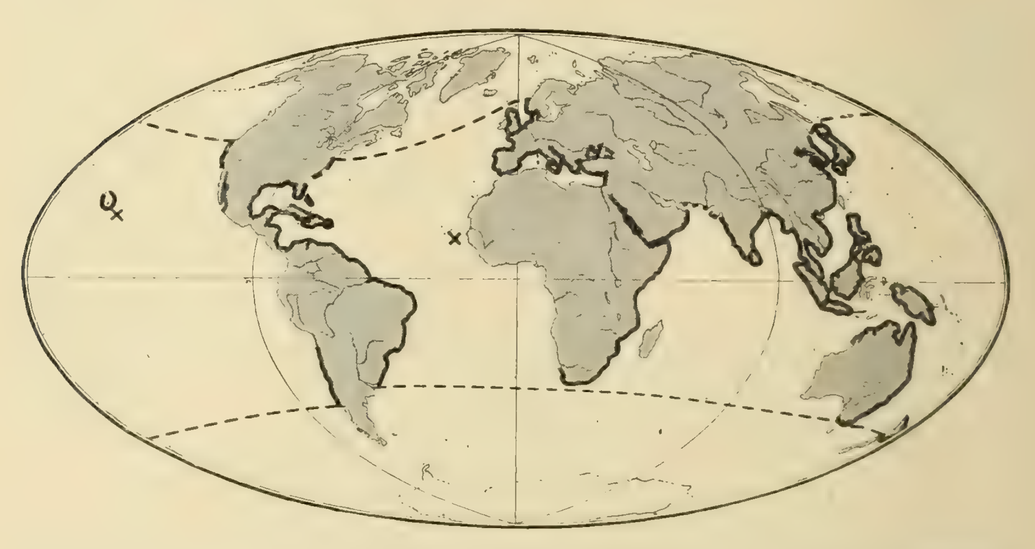
darm ballen sich die Nahrungsteile zu immer größer werdenden Klumpen, die nach und nach sich auch weniger drehen und schließlich im Enddarm, zu länglichen Paketen von Kot geballt, gerade fortgestoßen werden. Mit Hilfe des Sphincter ani erfolgt dann endlich die Ausstoßung einzeln durch den Darm. Beobachtungen haben ergeben, daß diese Wanderung der Nahrung vom Eintritt in den Mund bis zur Ausstoßung der Fäzes etwa 1 Stunde in Anspruch nimmt.

Leben der Larven

Die Larven der Acranier leben pelagisch. Beobachtungen von Willey besagen, daß sie in den Stadien, in denen sie von der Oberfläche in eine Tiefe von 20 bis über 40 Meter hinabsteigen, meist in Gesellschaft von großen Scharen von *Sagitten-Larven* getroffen werden. Van Wijhes Angaben gehen dahin, daß sie sich schon in diesem Zeitpunkt in der Nähe des Grundes aufhalten.

Aufenthaltsorte

In ihren erwachsenen Formen sind die Acranier, wie schon mehrfach aus dem Vorhergehenden ersichtlich, sandbewohnende Tiere der seichten Küstengewässer, als welche sie bis an den Mund im Boden vergraben liegen (Figur 109). Mit dieser Lebensweise wird ja auch die Asymmetrie des Tieres begründet.



Figur 113. Acrania. — Verbreitung der Acrania. Innerhalb der Nord- und Südgrenzen (---) sind nur die Regionen der Küsten voll ausgezogen (—), aus denen Acrania tatsächlich bekannt geworden sind, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß sie in den Zwischengebieten nicht auch vorkommen könnten. Der Ostsee (vielleicht auch dem Persischen Meerbusen) fehlen sie. (Original)

Eine Ausnahme bilden die hochseebewohnenden, pelagischen Amphioxides-Formen (Figur 107), deren Lebenskreislauf ja aber noch zu wenig bekannt ist.

Beim Schwimmen pflegen auch *die erwachsenen Acranier* Körperdrehungen nach rechts zu machen, so daß also eine Art Schraubenbewegung entsteht (Figur 112).

Geographische Verbreitung

Die Acranier haben eine ausgesprochen gürtelartige, äquatoriale Verbreitung. Sie kommen an den Küsten sämtlicher warmer und gemäßigter Meere der Welt vor, fehlen freilich im Kaspischen Meer und einigen Binnenmeeren, wie der Ostsee und möglicherweise dem Persischen Meerbusen. Daß sie ausgesprochene Tiere des warmen Wassers sind, prägt sich auch in der Verbreitungs-Karte (Figur 113)

Fortsetzung von Seite 2 des Umschlags.

FÜNFTER BAND

Solenogastres – Mollusca – Echinoderma – Tunicata

Bearbeitet von Dr. Johan Huus in Bergen, Prof. Dr. J. E. W. Ihle in Amsterdam, Prof. Dr. Hans Lohmann in Hamburg, Prof. Dr. Günther Neumann in Dresden, Prof. Dr. August Reichensperger in Bonn am Rhein und Prof. Dr. Johannes Thiele in Berlin

1. Lieferung: Bogen 1— 6 (S. 1— 96). 1925. Subskriptionspreis Rm. 10.—
2. Lieferung: Bogen 7—11 (S. 97—176). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.40
3. Lieferung: Bogen 12—16 (S. 177—256). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.—

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) – Cyclostoma – Ichthya

Bearbeitet von Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien und Prof. Dr. Thilo Krumbach in Berlin

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1929. Subskriptionspreis Rm. 12.—

SIEBENTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Sauropsida: Aves

Bearbeitet von Dr. Erwin Stresemann in Berlin

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1927. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 8—14 (S. 113—224). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 15—21 (S. 225—336). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Bogen 22—27 (S. 337—432). 1928. Subskriptionspreis Rm. 10.—

ZOOLOGIE AUS DER SAMMLUNG GÖSCHEN

Jeder Band gebunden Rm. 1,50

Die Zelle (Morphologie und Vermehrung.) Von Dr. Ludwig Böhmig, Professor a. d. Universität Graz. Mit 73 Abbildungen. 138 Seiten. 1920. Nr. 818.

Tierphysiologie. Von Dr. Konrad Herter, Privatdoz. f. Zoologie an der Universität Berlin.
I. Stoffwechsel und Bewegung. Mit 69 Abbildungen. 131 Seiten. 1927. Nr. 972.
II. Reizerscheinungen. Mit 91 Abbildungen. 115 Seiten. 1928. Nr. 973.

Allgemeine Paläontologie. Von Dr. Othenio Abel, o. ö. Prof. d. Paläontologie a. d. Universität Wien. Mit 45 Abb. Neudruck. 149 Seiten. 1921. Nr. 95.

Paläontologie und Abstammungslehre. Von Dr. Karl Diener, Professor a. d. Universität Wien. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 9 Abbildungen. 137 Seiten. 1920. Nr. 460.

Paläozoologie (Systematik). Von Dr. F. Broili, Prof. a. d. Universität München. Mit 118 Abb. 138 Seiten. 1921. Nr. 836.

Biologie der fossilen Tiere. Von Dr. Edgar Dacqué, Konservator a. d. paläontol. Staatssammlung, a. o. Universitäts-Professor in München. Mit 25 Figuren. 92 Seiten. 1923. Nr. 861.

Abriß der Biologie der Tiere. Von Professor Dr. Heinrich Simroth. Vierte, verbess. Auflage von Dr. Friedrich Hempelmann, a. o. Prof. a. d. Universität Leipzig.
I. Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt. — Beziehungen zur organischen Natur. Mit 34 Abbildungen. 147 Seiten. 1923. Nr. 131.
II. Beziehungen der Tiere zur organischen Natur. Dritte, verm. Aufl. Mit 35 Abbildungen. 148 Seiten. 1913. Nr. 654.

Entwicklungsgeschichte der Tiere. Von Dr. Johannes Meisenheimer, o. Professor d. Zoologie a. d. Universität Leipzig. Zweite Auflage. Neudruck.
I. Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung. Mit 57 Fig. 137 Seit. 1928. Nr. 378.
II. Embryonalhüllen, Organbildung. Mit 47 Figuren. 132 Seiten. 1928. Nr. 379.

Tierpsychologie. Von Dr. Heinrich Ernst Ziegler, Professor a. d. Techn. Hochschule in Stuttgart und der landwirtsch. Hochschule in Hohenheim. Mit 17 Figuren. 115 Seiten. 1921. Nr. 824.

Das Plankton des Meeres. Von Dr. Gustav Stiasny in Wien. Mit 83 Figuren. 160 Seiten. 1913. Nr. 675.

Das Tierreich.
I. Säugetiere. Von Oberstudienrat Professor Dr. Kurt Lampert, Vorstand des Württ. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 17 Figuren von Alb. Kull. Neudruck. 184 Seiten. 1917. Nr. 282.

II. Vögel. Von Professor Dr. Anton Reichenow. Mit 12 Abbildungen. 148 Seiten. 1923. Nr. 869.

III. Reptilien und Amphibien. Von Dr. Franz Werner, Professor a. d. Universität Wien. Zweite Auflage.
Erster Band: Reptilien. Mit 32 Abbildungen. 140 Seiten. 1922. Nr. 383.
Zweiter Band: Amphibien. Mit 39 Abbildungen. 80 Seiten. 1922. Nr. 847.

IV. Fische. Von Professor Dr. Max Rauther, Konservator an der Württemberg. Naturaliensammlung in Stuttgart. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 42 Abbildungen. 150 Seiten. 1921. Nr. 356.

V. Insekten. Von Dr. J. Gross in Neapel (Stazione Zoologica). Mit 56 Figuren. 134 Seiten. Neudruck. 1928. Nr. 594.

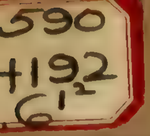
VI. Die wirbellosen Tiere. Von Dr. Ludwig Böhmig, Professor der Zoologie a. d. Universität Graz.
Erster Band: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Figuren. Neudruck. 157 Seiten. 1919. Nr. 439.
Zweiter Band: Krebse, Spinnentiere, Tausendfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. Zweite, durchges. Aufl. Mit 97 Figuren. 169 Seiten. 1922. Nr. 440.

Tiergeographie. Von Dr. Arnold Jacobi, Direktor des Zoologischen Museums und Professor der Zoologie a. d. Techn. Hochschule in Dresden. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 3 Karten im Text. 153 Seiten. 1919. Nr. 218.

Geschichte der Zoologie und ihrer wissenschaftlichen Probleme. Von Professor Dr. Rud. Burckhardt. Zweite Auflage, bearbeitet und ergänzt von Dr. H. Erhard, Professor der Zoologie a. d. Universität Gießen.
I. Bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. 103 Seiten. 1921. Nr. 357.
II. Von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis zur Jetztzeit. 136 Seiten. 1921. Nr. 823.

Vollständige Verzeichnisse der SAMMLUNG GÖSCHEN stehen kostenlos zur Verfügung

Metzger & Wittig, Leipzig



HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

DR. WILLY KÜKENTHAL
GEHEIMEM REGIERUNGSRAT
WEILAND O. Ö. PROF. AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UNTER MITARBEIT ZAHLREICHER FACHGELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THILO KRUMBACH

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) = Cyclostoma Ichthya

Bearbeitet von

Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien

ZWEITE LIEFERUNG
(Bogen 8 bis 13)

Ausgegeben am 15. März 1933



BERLIN UND LEIPZIG 1933
WALTER DE GRUYTER & CO.
VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

Bisher sind erschienen:

ERSTER BAND

Protozoa — Porifera — Coelenterata — Mesozoa

1925. Quart. Mit 868 Figuren. XIV, 1060 Seiten.
Geheftet Rm. 65.—, in Halbleder gebunden Rm. 75.—

ZWEITER BAND

Vermes Amera — Vermes Polymera — Echiurida — Sipunculida — Priapulida

Bisher sind die folgenden Beiträge erschienen:

Einleitende Worte über den Plan unserer Darstellung der Würmer, mit Literatur-Verzeichnis — erschienen als Teil (1) Seite 1 bis 18 (in Lieferung 1).

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Amera — erschienen als Teil (1) Seite 19 bis 33 (in Lieferung 1). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Plathelminthes — erschienen als Teil (1) Seite 34 bis 51 (in Lieferung 1). *Abgeschlossen.*

Turbellaria — erschienen als Teil (1) Seite 52 bis 112 (in Lieferung 1) und als Teil (1) Seite 113 bis 192 (in Lieferung 9). *Noch unvollendet.*

Trematoda — erschienen als Teil (2) Seite 1 bis 128 (in Lieferung 3) und Seite 129 bis 140 (in Lieferung 7). *Abgeschlossen.*

Cestoidea — erschienen als Teil (2) Seite 141 bis 256 (in Lieferung 7) und Seite 257 bis 416 (in Lieferung 11). *Abgeschlossen.*

Nemertini — erschienen als Teil (3) Seite 1 bis 110 (in Lieferung 4). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Nemathelminthes — erschienen als Teil (4) Seite 1 bis 7 (in Lieferung 4). *Abgeschlossen.*

Rotatoria — erschienen als Teil (4) Seite 8 bis 18 (in Lieferung 4) und Seite 19 bis 120 (in Lieferung 5). *Abgeschlossen.*

Gastrotricha — erschienen als Teil (4) Seite 121 bis 146 (in Lieferung 5) und Seite 147 bis 186 (in Lieferung 6). *Abgeschlossen.*

Kinorhyncha — erschienen als Teil (4) Seite 187 bis 242 (in Lieferung 6) und Seite 243 bis 248 (in Lieferung 8). *Abgeschlossen.*

Nematodes — erschienen als Teil (4) Seite 249 bis 402 (in Lieferung 8). *Abgeschlossen.*

Nematomorpha — erschienen als Teil (4) Seite 403 bis 448 (in Lieferung 10). *Abgeschlossen.*

Acanthocephala — erschienen als Teil (4) Seite 449 bis 482 (in Lieferung 10). *Abgeschlossen.*

Kamptozoa (Bryozoa entoprocta) — erschienen als Teil (5) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 6). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Polymera — erschienen als Teil (6) Seite 1 bis 32 (in Lieferung 12). *Abgeschlossen.*

Archiannelida und Polychaeta — erschienen als Teil (7) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 12) und Seite 65 bis 212 (in Lieferung 13). *Abgeschlossen.*

Oligochaeta — erschienen als Teil (8) Seite 1 bis 112 (in Lieferung 2) und Seite 113 bis 118 (in Lieferung 15).

Hirudinea — erschienen als Teil (8) Seite 119 bis 240 (in Lieferung 15) *Noch unvollendet.*

Priapulida, Sipunculida, Echiurida — erschienen als Teil (9) Seite 1 bis 160 (in Lieferung 14). *Abgeschlossen.*

insofern aus, als ihre nördlichsten und südlichsten Verbreitungsgebiete, das eine an der Küste des südlichen Norwegen, das andere an der Ostküste der Nordinsel von Neuseeland, zugleich auch Meeresbezirke darstellen, in denen sich warme Strömungen, — dort der Golfstrom, hier ein lauer Ausläufer der warmen ostaustralischen Strömung — noch deutlich bemerkbar machen.

Es ist jedenfalls bezeichnend, daß an den Küsten der sich dicht an die Nordinsel anschließenden Südinsel von Neuseeland, die von einer kühleren Strömung umspült wird, die Tiere nicht mehr gefunden wurden. Übrigens ist es nicht von der Hand zu weisen, daß die großen Meeresströmungen auch bei der Verbreitung der einzelnen Arten eine Rolle gespielt haben. Die auf der Hochsee erfolgte Auffindung der — wahrscheinlich neotenischen — *Amphioxides-Formen* kann wohl als eine Unterstützung dieser Annahme herangezogen werden.

Die größte Arten-Zahl erreichen die Acrania im indisch-australischen Gebiet.

Klassifikation

Einzige Klasse des Chordaten-Unterstammes Acrania: ACRANIA — CEPHALOCHORDA — LEPTOCARDII

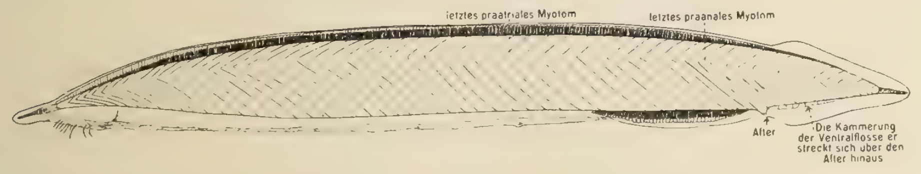
Die Definition der Klasse siehe Seite 3.

Einzige Familie der Acrania: ***Branchiostomidae.*** Die Definition der Familie ist gleich der der Klasse. Siehe Seite 3.

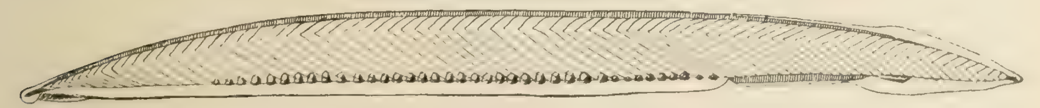
Die Familie zerfällt in 2 Gattungen: die wahrscheinlich ursprünglichere *Branchiostoma*, mit paarigen Gonaden (Figur 7) und symmetrisch hinter dem Atrioporus endigenden Metapleuren (Figur 117), und *Epigonichthys* oder *Asymmetron* mit unpaarigen, rechtsseitigen Gonaden (Figur 8) und unmittelbarem Übergang des rechten Metapleurons — nicht auch der linken — in die unpaarige ventrale (präanale) Flosse (Figur 115 A).

Über die *Amphioxides* genannten Formen vergleiche vorn Seite 109 und 110 und oben, Seite 113, Zeile 10 und 11 (auch Franz 1927, Seite 689).

Der Gattung *Branchiostoma* Costa 1834 gehören 8 Arten an, der Gattung *Asymmetron* Andrews 1893 (*Epigonichthys* Peters 1876) werden 6 sichere Arten zugezählt, sowie einige andere, deren Berechtigung nicht vollständig erwiesen ist.



Figur 114 A. Acrania. — *Branchiostoma haeckelii* Franz 1922. 59 bis 61 Myotome, häufigste Myotom-Formel etwa 36 + 12 + 12 = 60. Rostralflosse länglich, vorn gerundet, Kaudalflosse am Ende gleichfalls stumpf gerundet und gleich der Rostralflosse von einem ziemlich langen Stück freier Chorda gestützt. Kaudalflosse dorsal und ventral dicht *hinter* dem After beginnend, *ventral mit unregelmäßigen Kammern*, die diejenigen der Ventralflosse fortsetzen. After von einer kleinen, senkrecht *nach unten hervorragenden Röhre* gebildet. Gonaden rechts und links anscheinend stets in gleicher Anzahl. Länge bis 41 Millimeter. Bisher nur in 10 Exemplaren (zuerst, 1881, von Haeckel und dann, 1903, von Tattersall) bei Ceylon gefunden. (Nach Franz 1922)



Figur 114 B. Acrania. — *Branchiostoma elongatum* Sundevall 1852. Etwa 77 bis 80 Myotome, häufigste Myotom-Formel etwa 49 + 19 + 11 = 79. Rostralflosse etwa schaufelförmig (sehr ähnlich *lanceolatum*), nicht sehr deutlich von der Dorsalflosse abgesetzt. Kaudalflosse dorsal etwa in der Vertikalen über der Afterröhre, ventral etwa 2 Myotom-Breiten weiter vorn beginnend. Endteil höchstens sehr wenig geschweift, mit gerundeter Spitze. Dorsalflosse mit etwa 380, Ventralflosse mit etwa 62 Kammern; Ventralflosse nicht über den After hinaus gekammert. Flossenstrahlen waren öfter nicht erkennbar. Augenfleck manchmal deutlich, oft undeutlich oder unbemerkbar. Präoraltentakel-Kranz mit kräftigen Sinnespapillen, etwas klein und tentakelarm. Länge bis 60 Millimeter. Westküste von Südamerika. (Nach Franz 1922)

Eine Bestimmungstabelle der ***8 Branchiostoma-Arten*** ergibt folgendes:

A. Dorsaler Lappen der Kaudalflosse vor der Vertikalen durch den After beginnend: (Figur 51) *Branchiostoma caribaeum* Sundevall

B. Dorsaler Lappen der Kaudalflossen über dem After beginnend.

1. Präoraltentakel ohne oder nur mit ganz rudimentären Sinnespapillen: (Figur 15) *Branchiostoma californiense* J. G. Cooper

2. Präoraltentakel mit ausgebildeten Sinnespapillen.

a) 58 bis 62 Myotome.

α) Die Kammerung der Ventralflosse erstreckt sich nicht über den After in die Kaudalflosse hinein (Figur 1, 117) *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas)

β) Die Kammerung der Ventralflosse erstreckt sich über den After in die Kaudalflosse hinein . . . . (Figur 114 A) *Branchiostoma haeckelii* Franz

b) 63 bis 80 Myotome.

α) Rostralflosse rüsselartig verlängert . . . *Branchiostcma indicum* (Willey)

β) Rostralflosse nicht rüsselartig verlängert.

†) 63 bis 66 Myotome . . . . *Branchiostoma belcheri* Gray

††) 74 bis 76 Myotome . . . . *Branchiostoma capense* (Gilchrist)

†††) 77 bis 80 Myotome (Figur 114 B) *Branchiostoma elongatum* (Sundevall)

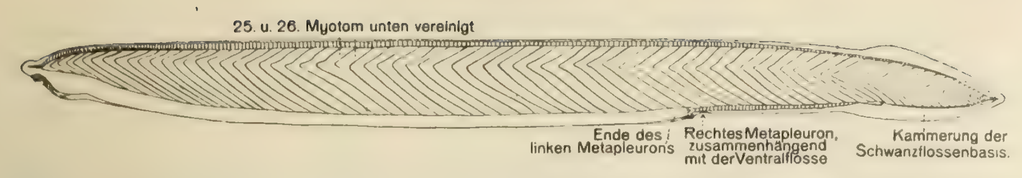
Von diesen Arten bewohnt *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) (Figur 1, 3, 4, 117) die Küsten Europas, mit Ausnahme derer der Ostsee. Sie wurde aber nach 3 Exemplaren durch Andrews auch aus der Chesapeake-Bay an der Ostküste Nordamerikas gemeldet, doch nur ganz kurz (bloß die Anzahl der Myotome ist angegeben) beschrieben. Später wurde jedoch von dem Autor selbst die bestimmte Zugehörigkeit dieser Form zu *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) wieder angezweifelt und die Möglichkeit angedeutet, daß wir es hier mit *einer besonderen Art* zu tun hätten.

An den Küsten Amerikas finden sich außer dieser zweifelhaften Form noch 2 nordamerikanische Arten, von denen *Branchiostoma caribaeum* Sundevall 1853 die Ostküste, *Branchiostoma californiense* J. G. Cooper 1868 die Küste Kaliforniens, also die Westküste bewohnt, und eine 3., eine südamerikanische Art, *Branchiostoma elongatum* (Sundevall 1852) (Figur 114 B), der Westküste Südamerikas angehört. Möglicherweise ist *Branchiostoma capense* (Gilchrist 1902) von Südafrika *dieser Art als Varietät* zuzuzählen.

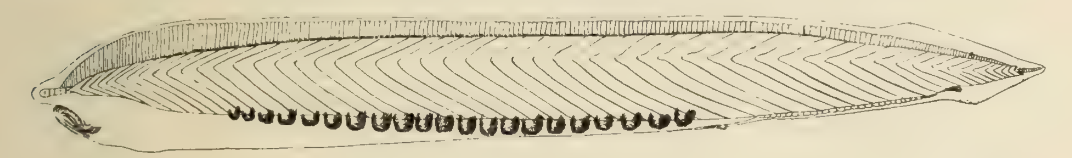
Die Küsten von Ceylon besitzen 2 Arten, *Branchiostoma indicum* (Willey 1901) und *haeckelii* Franz 1922 (Figur 114 A), von denen sich *indicum* auch darüber hinaus, an den Küsten Vorderindiens, findet.

Ob die Angabe Tattersalls, daß sich auch *Branchiostoma californiense* J. G. Cooper im Gebiete Ceylons findet, den Tatsachen entspricht, ist wohl stark zu bezweifeln. Es dürfte sich da ebenfalls um eine andere, vielleicht *Branchiostoma indicum* (Willey) sehr nahestehende Form handeln, die sich von *indicum* hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß ihre Rostralflosse nicht rüsselartig verlängert ist.

Über »*Branchiostoma pelagicum*« Günther 1889, die zuerst mitten im Großen Ozean, nördlich von Honolulu gefunden wurden und später noch öfter als *Amphioxides pelagicus* Gill 1895 aus dem Indischen und dem Großen Ozean gemeldet worden sind (— vergleiche unsere Figur 107 auf Seite 110, wo aber der Name »*Asymmetron*« steht, siehe darüber Seite 116 Zeile 16 —), ist, wie Franz 1922 ausführt, durch Goldschmidt 1906 mindestens so viel Klarheit erbracht, daß »dies — sagen wir — »Larven-Formen« von Branchiostomiden sind«. Somit hatte sie, fährt Franz fort, »unter den früheren Forschern Forster Cooper 1903 teilweise am richtigsten beurteilt. Goldschmidt erkannte, daß auch Larven vom europäischen Lanzettfisch, *Branchiostoma lanceolatum*, je nach Konservierung alle Merkmale von »*Amphioxides*« zeigen können.«



Figur 115 A. Acrania. — *Asymmetron* (*Epigonichthys*) *bassanum* Günther 1884. 70 bis 78 Myotome, häufigste Myotom-Formel etwa 44 + 16 + 14 = 74. Rostralflosse von der Dorsalflosse durch eine Vertiefung deutlich abgesetzt, vorn mit gerundeter, rechtwinkeliger Spitze, Kaudalflosse ziemlich lang, mit sanfter Rundung aus dem unpaarigen Flossen-Saum heraussteigend, dorsal in der Vertikalen über dem After, ventral etwa eine Myotom-Breite früher beginnend, ohne Zuspitzung oder Schweifung an dem sonst gerundeten Ende. Dorsale mit etwa 240, Ventrale mit 42 Kammern vor und mit 31 kleineren hinter dem After. Flossenstrahlen öfter der Mehrzahl nach scheinbar sehr kurz und dadurch schwer erkennbar. 26 bis 32 Gonaden. Gesamtlänge bis 50 Millimeter. Baß-Straße in Südwest-Australien. (Nach Franz 1922)



Figur 115 B. Acrania. — *Asymmetron* (*Epigonichthys*) *cultellus* Peters 1876. 50 bis 57 Myotome, vielleicht meist 31 + 12 + 9 = 52. Dorsalflosse mittelhoch bis sehr hoch. Maximum ihrer Höhe über dem 10. bis 15. Myotom oder weiter vorn gelegen, bei nur mittelhoher Flosse wenig deutlich. Rostralflosse elliptisch, oft deutlich durch stumpfwinkeliges Herausspringen von der Dorsalflosse abgesetzt, bei vorn niedriger Dorsalflosse nicht. Vorder-Ende der Chorda oft keulenförmig verdickt; manchmal nicht, sondern etwas verjüngt. Form der Kaudalflosse noch nicht ganz sicher ermittelt. Dorsale mit etwa 240 Kammern, die erst hinter der Vertikalen durch den After aufhören, darin höchstens sehr kurze Flossenstrahlen. Ventrale zwischen Atrioporus und After mit 18 bis 22 Kammern ohne Flossenstrahlen. Präoraltentakeln mit meist deutlichen Sinnes-Papillen. Schon bei 22 Millimeter Länge geschlechtsreif. Gesamt-Länge bis 40 Millimeter. Von Ost-Afrika bis zu den Sunda-Inseln und rund um Australien. (Nach Franz 1922)



Figur 116. Acrania. — *Asymmetron* (*Epigonichthys*) *lucayanum* Andrews 1893. 62 bis 68, nach Punnett bis 71 Myotome; häufigste Myotom-Formel etwa 44 + 9 + 12. Rostralflosse etwa länglich-schaufelförmig, kaum von der Dorsalen abgesetzt; Dorsalflosse mit nur etwa 150 Kammern mit Flossenstrahlen, beide vorn wesentlich breiter als hinten; Ventralflosse ohne Kammern; Kaudalflosse von ihr kaum abgesetzt, mit Radiärstreifung durch Lymphräume im oberen und unteren Lappen, ausgezogen in einen langen, linealischen, einen Urostyl-Fortsatz der Chorda samt darüberliegendem Nervensystem dorsal wie ventral umsäumenden Fortsatz. After am Ende einer langen, hervorstehenden Darmröhre. 29 Gonaden. Präoraltentakel-Apparat ziemlich weit hinten gelegen, so daß er erst unter der 9. Myotom-Spitze endigt, seine Tentakel sind ohne Papillen, die mittleren oder, was dasselbe sagt, unteren sind fast bis zu ihrer Mitte durch eine Haut verbunden. Länge bis 30 Millimeter. Bahama-Inseln, Bermuda-Inseln; Malediven, Philippinen; Louisiade-Archipel, Zanzibar. (Nach Franz 1922)

Die ***6 Arten der Gattung Asymmetron (Epigonichthys)*** lassen sich in folgender Weise unterscheiden:

A. Kaudalflosse in einen fadenartigen Anhang verlängert:
(Figur 8, 18, 19, 108, 116) *Asymmetron lucayanum* Andrews

B. Kaudalflosse nicht in einen fadenartigen Anhang verlängert.
1. Weniger als 57 Myotome . . . . . (Figur 115 B) *Asymmetron cultellus* (Peters)
2. Mehr als 60 Myotome.
   a) Weniger als 65 Myotome . . . . *Asymmetron cingalense* (Kirkaldy)
   b) Mehr als 67 Myotome.
      α) 84 oder 85 Myotome . . . . *Asymmetron hectori* (Benham)
      β) Weniger als 79 Myotome.
         †) Rostral- und Kaudalflosse deutlich von der Dorsalflosse abgesetzt:
         (Figur 115 A) *Asymmetron bassanum* (Günther)
         ††) Rostral- und Kaudalflosse in die Dorsalflosse übergehend, ohne sich von ihr besonders abzusetzen: *Asymmetron maldivense* (Forster Cooper)

Von diesen Arten hat *Asymmetron lucayanum* Andrews 1893 (Figur 116) die weiteste Verbreitung: von der Küste Floridas und der der Bahama-Inseln über das afrikanische Gebiet bis zu den Philippinen und dem Louisiaden-Archipel (Neu-Guinea) in der Südsee. Eine Anzahl unsicherer Arten sind dieser Art *vermutlich als Varietäten* zuzurechnen.

Asymmetron cultellus (Peters 1876) (Figur 115B) bewohnt ein Gebiet, das sich von Ostafrika bis Australien und zum Sunda-Archipel erstreckt.

Die übrigen Arten sind nur aus beschränkten Verbreitungsbezirken bekannt: *Asymmetron cingalense* (Kirkaldy 1895) aus Ceylon, *Asymmetron maldivense* (Forster Cooper 1903) von den Malediven und Lakkadiven, *Asymmetron bassanum* (Günther 1884) (Figur 115A) von Südost-Australien und *Asymmetron hectori* (Benham 1901) von Neuseeland.

Jedenfalls sind aber noch weitere Aufsammlungen an außereuropäischen Küsten notwendig, um eine der Wirklichkeit entsprechende Kenntnis der einzelnen Arten und insbesondere ihrer Verbreitung zu erhalten.

Zu »*Asymmetron*« *pelagicum* in unserer Figur 107 auf Seite 110 vergleiche, was vorn auf Seite 114, Zeile 1 bis 10 von unten bei »*Branchiostoma pelagicum*« bemerkt ist. — Die Legende zu dieser unserer Figur 107 hätte, nach Franz 1927, besser diese Fassung: »*Amphioxides pelagicus*«, wahrscheinlich gleich *Larve von Asymmetron lucayanum* Andrews 1893. 9 Millimeter lang. Flossenstränge der Schwanzflosse etwas zu wenig zahlreich; . . . scheinbare Kammerung der Ventralflosse trügerisch (nach Gibson 1909/10, aus Franz 1927).

Literatur

Literatur über den Unterstamm Acrania

1. Vergleichende Studien; Stellung im System

Joh. Müller (1846) Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. *Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. Berlin, aus dem Jahre 1844, Seite 217*; auch in *Arch. f. Naturgesch. 1845, Band 1, Seite 91.*

C. Semper (1875) Die Stammverwandtschaft der Wirbelthiere und Wirbellosen. *Arbeit. aus d. zoolog.-zootom. Inst. in Würzburg, Band 2, Seite 56, 59.*

A. A. W. Hubrecht (1883) On the ancestral form of the Chordata. *Quart. Journ. of Microsc. Sci., Volume 23, Seite 349.*

A. Dohrn (1886) (a) Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. 3. Die Hypobranchialrinne des Amphioxus. *Mitteil. aus d. zool. Stat. zu Neapel, Band 6, Seite 64.* — (b) Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. 9. Die Bedeutung der unpaaren Flosse für die Beurteilung der genealogischen Stellung der Tunicaten und des Amphioxus, und die Reste der Beckenflosse bei Petromyzon. *Mitteil. aus d. zool. Stat. zu Neapel, Band 6, Seite 399.*

J. W. van Wijhe (1889) Die Kopfregion der Cranioten beim Amphioxus, nebst Bemerkungen über die Wirbeltheorie des Schädels. *Anat. Anz., Band 4, Seite 558.*

B. Hatschek (1892) Die Metamerie des Amphioxus und Ammocoetes. *Verh. Anat. Ges., Seite 136*; *Anat. Anz., Band 7, Ergänz.-Heft.*

C. v. Kupffer (1892) Entwicklungsgeschichte des Kopfes. *Anat. Hefte, Band 2 (1892), Seite 504 (512, 524, 529, 552).*

Korschelt und Heider (1893) Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, *Seite 1429.*

C. v. Kupffer (1893) Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Kranioten. *Heft 1,* (3) Deutung der Hirnblase des Amphioxus, *Seite 71.*

A. Willey (1894) Amphioxus and the ancestry of the vertebrates. *Columbia University Biological Series II, XIV* u. *316 Seiten.*

E. W. MacBride (1897) The relationship of Amphioxus and Balanoglossus. *Proc. Cambridge Phil. Soc., Volume 9, Seite 309.*

Alb. Oppel (1897) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. II. Schlund und Darm. *Jena (Seite 5).*

T. Garbowski (1898) Amphioxus als Grundlage der Mesodermtheorie. *Anat. Anz., Band 14, Seite 473.*

A. Froriep (1906) Über die Herleitung des Wirbeltier-Auges vom Auge der Ascidienlarve. *Anat. Anz., Jena, Band 29, Ergänz.-Heft, Seite 145.*

B. Hatschek (1906) Studien zur Segmenttheorie des Wirbeltierkopfes. Mitteilung I: Das Acromerit des Amphioxus. *Morph. Jahrb., Leipzig, Band 35, Seite 1.*

J. W. van Wijhe (1906) Die Homologisierung des Mundes des Amphioxus und die primitive Leibesgliederung der Wirbeltiere. *Petrus Camper, Band 4, Seite 61.*

E. W. MacBride (1909) The formation of the layers in Amphioxus and its bearing on the interpretation of the early ontogenetic processes in other vertebrates. *London Quart. Journ. Microsc. Sci., Volume 54, Seite 279.*

Wern. Marchand (1909) Einige kritische Bemerkungen zur morphologischen Auffassung des Amphioxus, zugleich ein spezieller Beitrag zu einer Neugestaltung der Entwicklungslehre. *Berlin.*

H. C. Delsman (1913) Ist das Hirnbläschen des Amphioxus dem Gehirn der Kranioten homolog? *Anat. Anz., Band 44, Seite 481.*

J. H. Orton (1913) The ciliary mechanisms on the gills and the mode of feeding in Amphioxus, Ascidians and Solenomyatogata. *Plymouth Journ. Mar. Biol. Ass., Volume 10, Seite 19.*

W. Steudell (1914) Betrachtungen über die Phylogenesis der Hypophysis cerebri nebst Bemerkungen über den Neuroporus der Chordonier. *Anat. Anz., Jena, Band 45, Seite 406.*

V. Franz (1926) Beiträge zur näheren Ergründung des Verhältnisses zwischen Lanzettfisch und Wirbeltier. *Biologisches Zentralblatt, Band 46.*

2. Allgemeine Arbeiten, Anatomie, auch einzelner Teile

O. G. Costa (1834) Annuario zoologico. Cenni zoologici ossia descrizione sommaria di tal. specie nuove di animali discoperti in diverse contrade del regno nell' anno 1834. *Napoli, Seite 49.*

J. Couch (1838) Some Observations on the Lancelot (Amphioxus lanceolatus). *Mag. of Nat. Hist. (N. S.), Volume 2, Seite 381.*

Sundevall (1840) Om Amphioxus lanceolatus. *Vetensk. Akad. Arsb. I. Zool. 1840—1842, Band 1, Seite 286.*

J. Goodsir (1841) On the anatomy of Amphioxus lanceolatus of Yarrell. *Ann. Mag. Natur. Hist., Volume 7, Seite 346.*

H. Rathke (1841) Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. *Königsberg.*

J. Müller (1842) Über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa, Amphioxus lanceolatus Yarrell. *Abhandlg. Akad. Wissensch. Berlin, Seite 79.*

J. Goodsir (1844) On the anatomy of Amphioxus lanceolatus. *Transact. Roy. Soc. Edinburgh, Volume 15, Seite 247.*

M. J. Marcusen (1864) On the Anatomy and Histology of Branchiostoma lubricum Costa (Amphioxus lanceolatus Yarrell). *Ann. and Mag. of Natur. Hist. (Serie 3), Volume 14, Seite 151 und 319.*

Stieda (1873) Studien über Amphioxus lanceolatus. *Mém. Ac. imp. Pétersb., Série 7, Tome 19, Nummero 7.*

E. Ray Lankester (1875) On some new Points on the Structure of Amphioxus and their bearing on the Morphology of Vertebrata. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 15, Seite 257.*

Hasse (1876) Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. *Morphologisches Jahrbuch, Band 1, Heft 2, Seite 282.*

P. Langerhans (1876) Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. *Archiv für mikroskopische Anatomie, Band 12, Seite 290.*

W. Rolph (1876) Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. *Morphologisches Jahrbuch, Band 2, Seite 87.*

A. Schneider (1877) Über den Bau des Amphioxus lanceolatus. *Sitz.-Ber. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, 14. November 1877* und *Morphologisches Jahrbuch, Band 2, Seite 87.*

Rohon (1882) Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. *Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien (Math.-naturw. Kl.), Band 45, Seite 4.*

B. Hatschek (1888) Über den Schichtenbau von Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 3, Seite 662.*

E. Ray Lankester (1889) Contributions to the Knowledge of Amphioxus lanceolatus Yarrell. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 29, Seite 365.*

C. Vogt und E. Yung (1889) Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie, *Band 2, Seite 335. Braunschweig.*

E. A. Andrews (1893) An undescribed Acraniate: Asymmetron Lucayanum. *Studies from the Biolog. Labor. Johns Hopkins Univers., Baltimore, Volume 5, Nummer 4.*

Delage et Hérouard (1898) Traité de Zoologie concrète. Tome 8, Les Procordés, *Seite 68. Paris.*

K. C. Schneider (1902) Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere, *Seite 699. Jena.*

E. Lönnberg (1903) *Pisces, Seite 161* in *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, Band 6, I.*

R. Krause (1923) Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. *IV.* Teleostier Plagiostomen, Zyklostomen und Leptokardier, *Seite 859. Berlin und Leipzig.*

V. Franz (1925) Morphologische und ontogenetische Akranierstudien über Darm, Trichter, Cölomderivate, Muskulatur- und Bindegewebsformationen. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Band 61, Seite 407.*

V. Franz (1927) Branchiostoma. *Grimpe-Wagler, Die Tierwelt der Nord- und Ostsee, Teil 12b.*

V. Franz (1927) Morphologie der Akranier. *Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 3. Abteilung, Band 27, Seite 464.*

3. Morphologie einzelner Organe

Muskulatur

H. Grenacher (1867) Beiträge zur näheren Kenntnis der Musculatur der Cyclostomen und Leptocardier. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band 17, Seite 577.*

A. Schneider (1879) Grundzüge einer Myologie der Wirbelthiere. *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere, Berlin, Seite 3.*

H. Joseph (1914) Über Epithelmuskulatur bei *Amphioxus. Verh. Ges. D. Natf. Leipzig, Band 85 (1913), II, 1, Seite 706.*

F. K. Studnička (1920) Die lateralen Rumpfmuskeln von Amphioxus. *Anatomische Hefte Wiesbaden, Abteilung 1, Band 58, Seite 215.*

Gefäße

R. Legros (1902) Contribution à l'étude de l'appareil vasculaire de l'Amphioxus. Circulation des parois du corps. *Mitt. Stat. Neapel, Berlin, Band 15, Seite 487.*

B. Zarnik (1904) Über segmentale Venen bei Amphioxus und ihr Verhältnis zum Ductus Cuvieri. *Anatomischer Anzeiger, Band 24, Seite 609.*

B. Možejko (1913) Sur le système circulatoire de l'Amphioxus et la comparaison avec celui des autres poissons. *IX. Congrès intern. de Zool. Monaco, Seite 137.*

B. Možejko (1913) Untersuchungen über das Gefäßsystem der Fische. I. Über das oberflächliche, subcutane Gefäßsystem von Amphioxus. *Mitt. zool. Stat. Neapel, Berlin, Band 21, Seite 65.*

Exkretionsorgane

R. Semon (1890) Über die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältnis zur Vorniere und Nebenniere und über ihre Verbindung mit dem Genitalsystem. *Anatomischer Anzeiger, Jahrgang 5, Seite 455.*

F. E. Weiss (1890) Excretory tubules in Amphioxus lanceolatus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 31, Seite 489.*

Th. Boveri (1892) Die Nierenkanälchen des Amphioxus. Ein Beitrag zur Phylogenie des Urogenitalsystems der Wirbeltiere. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie, Band 5, Seite 429.*

E. S. Goodrich (1902) On the structure of the excretory organs of Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 45, Seite 493.*

Th. Boveri (1904) Bemerkungen über den Bau der Nierenkanälchen des Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 25, Seite 599.*

E. S. Goodrich (1909) On the structure of the excretory organs of Amphioxus. Parts 2, 3 and 4. *London, Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 54, Seite 185.*

Gehirn, Nerven

A. de Quatrefages (1845) Mémoire sur le système nerveux et sur l'histologie du Branchiostoma ou Amphioxus. *Annales des Sciences naturelles* (3. *Série*), *Tome 4, Seite 197.*

Owsjannikow (1868) Über das Centralnervensystem des Amphioxus. *Bull. de l'Acad. de St. Pétersbourg, Tome 12,* gelesen September 1867; auch in *Mélanges biologiques (1868), Tome 6.*

Th. H. Huxley (1874) Preliminary Note upon the Brain and Skull of Amphioxus. *Proc. Roy. Soc. London, Volume 23, Seite 127* und *Ann. and Mag. of Natur. Hist, Serie 4, Volume 15, Seite 225.*

V. v. Mihalkovics (1877) Entwicklungsgeschichte des Gehirns, *Seite 24. Leipzig.*

F. M. Balfour (1879) On the spinal nerves of Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 20, Seite 90.*

Owen (1883) On the Answerable Divisions of the Brain in Vertebrates and Invertebrates. *Ann. and Mag. of Natur. Hist., Serie 5, Volume 12, Seite 303.*

Fr. Nansen (1888) Die Nervenelemente, ihre Struktur und Verbindung im Centralnervensystem. *Anatomischer Anzeiger, Band 3, Seite 157 (168).*

E. Rohde (1888) Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus lanceolatus. *Schneiders zoologische Beiträge, Band 2, Seite 169*; Auszug in: *Zoologischer Anzeiger, Band 11, Seite 190.*

FUSARI (1889) Beitrag zum Studium des peripherischen Nervensystems von Amphioxus lanceolatus. *Internat. Monatsschr. für Anat. u. Histol., Band 6.*

C. v. KUPFFER (1891) Die Entwicklung der Kopfnerven der Vertebraten. *Anatomischer Anzeiger, Seite 24.*

G. RETZIUS (1891) Das hintere Ende des Rückenmarkes und sein Verhalten zur Chorda dorsalis bei Amphioxus lanceolatus. *Verh. Biol. Ver. Stockholm.*

G. RETZIUS (1891) Biologische Untersuchungen. Neue Folge II. 2. Zur Kenntnis des zentralen Nervensystems von Amphioxus lanceolatus. *Seite 29. Stockholm.*

J. B. PLATT (1892) Fibres connecting the Central Nervous System and Chorda in Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 7, Seite 282.*

GUST. RETZIUS (1892) (a) Biologische Untersuchungen. Neue Folge III. 5. Über die Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbeltieren. A. Leptocardier. (b) Zur Kenntnis der motorischen Nervenendigungen. *Seite 41 (44).*

E. ROHDE (1892) Muskel und Nerv bei Mermis und Amphioxus. *Sitz.-Ber. d. Ak. Berlin, Seite 659.*

G. RETZIUS (1895) Biologische Untersuchungen. 7. Über das hintere Ende des Rückenmarkes bei Amphioxus, Myxine und Petromyzon. *Seite 26.*

G. KOPSCH (1896/97) Über Bildung und Bedeutung des Canalis neurentericus. II. Amphioxus, Tunicaten. *Sitz.-Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin 1896, Seite 165* und *1897, Seite 5.*

J. F. HEYMANS et O. VAN DER STRICHT (1898) Sur le système nerveux de l'Amphioxus et en particulier sur la constitution et la genèse des racines sensibles. *Mém. couronn. de l'Acad. roy. de Belgique, Tome 56, Nummero 3 (Mémoire déposé le 31. Juillet 1896).*

J. BOEKE (1902) Über das Homologon des Infundibularorganes bei Amphioxus lanceolatus. *Anatomischer Anzeiger, Band 21, Seite 411.*

A. S. DOGIEL (1903) Das peripherische Nervensystem des Amphioxus (Branchiostoma lanceolatus). *Anatomische Hefte, Arb., Band 21, Seite 145.*

H. JOSEPH (1904) Über eigentümliche Zellstrukturen im Zentralnervensystem von Amphioxus. *Verh. Anat. Ges., Seite 16.*

J. B. JOHNSTON (1905) The cranial and spinal ganglia and the visceromotor roots in Amphioxus. *Wood's Hole, Mass. Mar. Biol. Lab. Bull. 9, Seite 112.*

L. EDINGER (1906) Einiges vom »Gehirn« des Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 28, Seite 417.*

J. BOEKE (1907) On the structure of the nerve-cells in the central nervous system of Branchiostoma lanceolatum (1.Commun.). *Proceedings of the section of sciences, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Band 16, Seite 86.*

M. WOLFF (1907) Bemerkungen zur Morphologie und zur Genese des Amphioxus-Rückenmarkes. *Biologisches Centralblatt, Leipzig, Seite 186, 196, 225.*

J. BOEKE (1908) Das Infundibularorgan im Gehirne des Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 32, Seite 473.*

J. BOEKE (1908) Die Innervierung der Muskelsegmente des Amphioxus (Branchiostoma lanceolatum) nebst einigen Bemerkungen über die Endigungsweise der motorischen Nerven bei den Vertebraten. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 33, Seite 273.*

J. BOEKE (1908) On the structure of the ganglion cells in the central nervous system of Branchiostoma lanceolatum (2. Commun.). *Proceedings of the section of sciences, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Band 11, Seite 53.*

H. JOSEPH (1908) Die epidermoidalen Sinneszellen des Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 32, Seite 448.*

J. BOEKE (1913) Neue Beobachtungen über das Infundibularorgan im Gehirn des Amphioxus und das homologe Organ des Craniotengehirnes. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 44, Seite 460.*

H. L. KUTCHIN (1913) Studies on the peripheral nervous system of Amphioxus. *Boston Proc. Amer. Acad. Arts Science, Volume 49, Seite 569.*

W. STENDELL (1914) Zur Histologie des Rückenmarkes von Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 46, Seite 258.*

H. AYERS (1921) Ventral spinal nerves in Amphioxus. *The Journal of comparative Neurology, Volume 33, Seite 155.*

H. AYERS (1921) Vertebrate cephalogenesis. V. Origin of jaw apparatus and trigeminus complex — Amphioxus, Ammocoetes, Bdellostoma, Callorhynchus. *The Journal of comparative Neurology, Volume 33, Seite 339.*

G. RETZIUS (1921) Biologische Untersuchungen. Weitere Beiträge zur Kenntnis von dem Bau und der Anordnung des Ependyms und der sämtlichen Neuroglia, besonders bei den niederen Vertebraten. *Band 19. Stockholm.*

Kiemen

Wilh. Müller (1873) Die Hypobranchialrinne der Tunicaten und deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyklostomen. *Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaften, Band 7, Seite 327.*

J. W. Spengel (1890) Beitrag zur Kenntnis der Kiemen des Amphioxus. *Zoologisches Jahrbuch, Abteilung Anatomie, Band 4, Seite 257.*

W. B. Benham (1893) The structure of the pharyngeal Bars of Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 35, Seite 97.*

J. W. van Wijhe (1893) Über Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 8, Seite 152.*

R. Legros (anonym) (1909) Sur le développement des fentes branchiales des canalicules de Weiss-Boveri chez l'Amphioxus (Note prélimin.). *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 34, Seite 126.*

Verschiedenes, Histologie

E. Ballowitz (1898) Über Kernformen und Sphären in den Epidermiszellen der Amphioxuslarven. *Anat. Anz., Band 14, Seite 405.*

H. Joseph (1900) Beiträge zur Histologie des Amphioxus. *Arbeiten aus dem zoologischen Institut der Universität Wien und der zoologischen Station in Triest, Band 12, Heft 2, Seite 1.* Siehe auch die Besprechung von Klaatsch im *Zoologischen Centralblatt, 7. Jahrgang, Seite 255.*

R. Goldschmidt (1908) Das Bindegewebe des Amphioxus. *München, Sitz.-Ber. Ges. Morph., Band 24, Seite 53.*

E. R. Morris and J. Raff (1909) Notes on the structure of Asymmetron bassanum Günther. *Melbourne Proc. R. Soc. Victoria, N. S., Volume 22, Part 1, Seite 85.*

E. S. Goodrich (1917) »Proboscis pores« in craniate vertebrates, a suggestion concerning the premandibular somites and hypophysis. *Quarterly Journal of Microscopical Science, London, Volume 62, Seite 539.*

K. M. Smith and H. G. Newth (1917) A Note concerning the collar cavities of the larval Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, London, Volume 62, Seite 243.*

V. Franz (1926) Über subchordale Organsysteme von Branchiostoma. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Band 62, Seite 519.*

Chorda

C. Moreau (1875) Recherches sur la structure de la corde dorsale de l'Amphioxus. *Bull. Ac. Roy. Sci. Belg. (2), Tome 39, Seite 312.*

J. Renaut und G. Duchamp (1878) Sur l'organe appelé corde dorsale chez l'Amphioxus. *Compt. rend., Tome 86, Seite 898.*

B. Lwoff (1890) Über Bau und Entwicklung der Chorda von Amphioxus. *Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Band 9, Seite 483.*

B. Lwoff (1893) Über den Zusammenhang von Markrohr und Chorda beim Amphioxus und ähnliche Verhältnisse bei Anneliden. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band 56, Seite 299.*

H. Joseph (1895) Über das Achsenskelett des Amphioxus. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Seite 511.*

H. Klaatsch (1895) Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. 3. Zur Phylogenese der Chordascheiden und zur Geschichte der Umwandlung der Chordastruktur. II. Amphioxus. *Morphologisches Jahrbuch, Band 22, Seite 523 und 550.*

V. v. Ebner (1896) Über den Bau der Chorda dorsalis des Amphioxus lanceolatus. *Sitz.-Ber. d. Ak. Wien, Band 104, III, Seite 199.*

J. Boeke (1908/1909) Das »Geldrollenstadium« der Vertebraten-Chorda und des Skelettes der Mundcirren von Branchiostoma lanceolatum und seine cytomechanische Bedeutung. *Anatomischer Anzeiger, Jena, Band 33, Seite 541, 574; Band 34, Seite 32.*

Sinnesorgane

A. Koelliker (1843) Über das Geruchsorgan des Amphioxus. *Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Seite 32.*

Nüsslin (1878) Zur Kritik des Auges des Amphioxus lanceolatus. *Dissertation Tübingen, 33 Seiten, 2 Tafeln.*

C. Kohl (1890) Einige Bemerkungen über Sinnesorgane des Amphioxus lanceolatus. *Zoologischer Anzeiger, Band 13, Seite 182.*

R. Hesse (1898) Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. IV. Sehorgane des Amphioxus. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band 63, Seite 456.* Auch in *Tübinger Zoologische Arbeiten, Band 2.*

J. Boecke (1902) On the structure of the light perception cells in the spinal cord, on the neurofibrillae in the ganglion cells, and on the innervation of the striped muscles in Amphioxus lanceolatus. *Proc. Sect. Sci. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Volume 5, Seite 350.*

F. K. Studnička (1917) Das Schema der Wirbeltieraugen. *Zoologische Jahrbücher, Jena, Abteilung Anatomie, Band 40, Seite 1.*

V. Franz (1923) Haut, Sinnesorgane und Nervensystem der Akranier. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Band 59, Seite 401.*

Darm, Leber

Giac. Cattaneo (1886) Istologia e sviluppo del tubo digerente dei pesci. *Atti della Soc. Italiana di Sci. natur. Milano, Volume 29, Seite 73 (75, 78, 79, 82, 93).*

J. Aug. Hammar (1898) Zur Kenntnis der Leberentwicklung bei Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 14, Seite 602.*

B. Zarnik (1905) Über Zellenauswanderungen in der Leber und im Mitteldarm von Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 27, Seite 433.*

4. Geschlechtsorgane, Hermaphroditismus

W. Müller (1875) Über das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Band 9, Seite 94.*

R. Legros (1895) Sur la morphologie des glandes sexuelles de l'Amphioxus lanceolatus. *Compt. rend. Congres intern. Zool., Tome 3, Leyden, Seite 487.*

L. Neidert und A. Leiber (1903) Über Bau und Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane des Amphioxus lanceolatus. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung Anatomie, Band 18, Seite 187.*

B. Zarnik (1904) Über die Geschlechtsorgane von Amphioxus. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung Anatomie, Band 21, Seite 253.*

J. H. Orton (1914) On a hermaphrodite specimen of Amphioxus, with notes on experiments in rearing Amphioxus. *Plymouth Journ. Mar. Biol. Ass., Volume 10, Seite 506.*

W. Riddell (1922) On a hermaphrodite specimen of Amphioxus. *Ann. and Mag. Natur. Hist. London, Serie 9, Volume 9, Seite 613.*

5. Entwickelung

Joh. Müller (1851) Über die Jugendzustände einiger Seetiere. *Monatsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin, Seite 468 (474).*

A. Kowalevsky (1866) Le développement de l'Amphioxus lanceolatus. *Bibl. Univ. 1866, Okt., Bull. Sc., Seite 193* und *Ann. Mag. Nat. Hist., Volume 19, Seite 69.*

A. Kowalevsky (1867) Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus. *Mém. Acad. Sc. St. Pétersb., Tome 11, Nummer 4, Seite 17.*

A. Kowalevsvy (1870) Zur Entwicklungsgeschichte des Amphioxus. *Schriften der Naturf. Ges. in Kiew., Band 1.*

A. Kowalevsky (1877) Weitere Studien über die Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus, nebst einem Beitrage zur Homologie des Nervensystems der Würmer und Wirbeltiere. *Arch. mikr. Anat., Band 13, Seite 181.*

B. Hatschek (1882) Studien über Entwicklung des Amphioxus. *Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest, Band 4, Seite 1.*

A. Willey (1891) On the development of the Atrial Chamber of Amphioxus. *Proceedings of the Royal Society of London, Volume 48, Seite 80.*

A. W. Willey (1891) The later larval development of Amphioxus. *Quart. Journ. Micr. Sci., Volume 32, Seite 183.*

T. Boveri (1892) Über die Bildungsstätte der Geschlechtsdrüsen und die Entstehung der Genitalkammern bei Amphioxus. *Anat. Anzeiger, Band 7, Seite 170.*

E. W. MacBride (1896) Note on the formation of the germinal layers in Amphioxus. *Proceed. Phil. Soc. Cambridge, Volume 9, Seite 150.*

Van der Stricht (1896) La maturation et la fécondation de l'oeuf d'Amphioxus lanceolatus. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Serie 3, Tome 30, Seite 539* und *Archiv de Biologie, Tome 14, Seite 469.*

Joh. Sobotta (1897) Die Reifung und Befruchtung des Eies von Amphioxus lanceolatus. *Archiv für mikroskopische Anatomie, Band 50, Seite 15.*

H. Klaatsch (1898) Die Intercellularstructuren an der Keimblase des Amphioxus. *Sitz.-Ber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin, Band 45, Seite 705 und 800.*

H. Klaatsch (1898) Über den Bau und die Entwicklung des Tentakelapparates des Amphioxus. *Verhandl. Anat. Ges., 12. Vers. Anat. Anz., Ergänz.-Heft, Seite 184.*

H. KLAATSCH (1898) Bemerkungen über die Gastrula des Amphioxus. *Morphologisches Jahrbuch, Band 25, Seite 224.*

ROB. LEGROS (1898) Développement de la cavité buccale de l'Amphioxus lanceolatus. — Contribution à l'étude de la morphologie de la tête. *Arch. d'anat. microsc., Tome 1, Seite 497; Tome 2, Seite 1; ; II part.* Développement de la cavité buccale définitive et du velum.

E. W. MACBRIDE (1898) The Early Development of Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 40, Seite 589.*

E. W. MACBRIDE (1900) Further Remarks on the Development of Amphioxus. *Quarterly Journal of Microscopical Science, Volume 43, Seite 351.*

P. CERFONTAINE (1905) Recherches sur le développement de l'Amphioxus. *Arch. Biol., Band 22, Seite 229.*

R. LEGROS (1910) Sur quelques points de l'anatomie et du développement de l'Amphioxus. *Anatomischer Anzeiger, Band 35, Seite 561.*

A. L. S. SUNIER (1911) Les premiers stades de la différentation interne du myotome et la formation des éléments sclérotomatiques chez les acraniens, les sélaciens et les téléostéens. *Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen., Serie 2, Tome 12, Seite 75.*

J. W. VAN WIJHE (1914) Studien über Amphioxus. 1. Mund und Darmkanal während der Metamorphose. *Amsterdam Verh. K. Akad. Vet., 2. Sect., Band 18, Seite 1.*

J. W. VAN WIJHE (1914) On the metamorphosis of Amphioxus lanceolatus. *Proceedings of the Section of sciences, Koninklijke Akademie von Wetenschappen te Amsterdam, Band 16, Seite 574.*

J. W. VAN WIJHE (1919) On the Anatomy of the larva of Amphioxus lanceolatus and the explanation of its asymmetry. *Proceedings of the section of sciences, Koninklijke Akademie von Wetenschappen te Amsterdam, Band 21, Seite 1013 (Amsterd. Versl. Wiss. Nat. afd. K. Akad. Wet., Band 27, Seite 581).*

6. Biologie, Physiologie, Regeneration

H. DE LACAZE-DUTHIERS (1888) Vitalité des tissus chez l'Amphioxus. *Arch. de Zool. expérim. et génér. (Série 2), Tome 6, Notes et Revue XLIII.*

B. DANILEWSKY (1892) Zur Physiologie des Centralnervensystems vom Amphioxus. *Pflügers Arch. ges. Phys., Band 52, Seite 393.*

W. KRAUSE (1897) Die Farbenempfindung des Amphioxus. *Zool. Anz., Band 20, Seite 513.*

W. KRAUSE (1898) (a) Die Lichtempfindung des Amphioxus. *Anat. Anz., Band 24, Nummer 17 und 18, Seite 470.* — (b) Historische Bemerkungen über Amphioxus. *Zool. Anz., Band 24, Seite 481.*

G. SCHNEIDER (1899) Einiges über Resorption und Excretion bei Amphioxus lanceolatus, Yarrell. *Anat. Anz., Band 16, Seite 601.*

R. BIBERHOFER (1906) Über Regeneration bei Amphioxus lanceolatus. *Arch. Entw. Mech. Leipzig, Band 22, Seite 15.*

G. H. PARKER (1908) The sensory reactions of Amphioxus. *Boston, Mass. Proc. Amer. Acad. Arts Sci., Volume 43, Seite 416.*

O. POLIMANTI (1910) Beiträge zur Physiologie des Nervensystems und der Bewegung bei den niederen Tieren. I. Branchiostoma lanceolatum Yarr. (Amphioxus). *Arch. Anat. Physiol. Leipzig, Physiol. Abt., Seite 129.*

B. MOŻEJKO (1913) Mikrochemische Mitteilungen (X. Karminfütterung des Amphioxus usw.), *Zeitschr. wiss. Mikrosk. Leipzig, Band 30, Seite 59.*

V. FRANZ (1924) Lichtsinnversuche am Lanzettfisch zur Ermittlung der Sinnesfunktion des Stirn- oder Gehirnbläschens. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Helgoland, Band 15 (Festschrift für Heincke).*

7. Systematik und geographische Verbreitung

P. S. PALLAS (1774) Spicilegia zoologica, *Fasc. X, Seite 19.*

LINNÉ-GMELIN (1789) Systema naturae, *Tome 1, Seite 3102.*

W. YARRELL (1836) History of british fishes, *Volume 2, Seite 468. London.*

O. G. COSTA (1839) Fauna del regno di Napoli. Pesci. Branchiostoma, *Tafel 30.* Auch 1850.

AL. LINDSAY (1857) On the Amphioxus lanceolatus. *Ann. and Mag. of Natur. Hist. (Serie 2), Volume 20, Seite 339.*

J. STEENSTRUP (1863) Bemerkungen über Branchiostoma lanceolatum. *Oversigt Kgl. danske Vidensk. Selsk. Forhandl., Seite 238.*

ALB. GÜNTHER (1870) Catalogue of the Fishes in the British Museum, *Volume 8, Seite 513.*

TH. GILL (1872) Arrangement of the Families of Fishes. *Smithson. Miscellan. Collect. 247, Washington.*

W. Peters (1876) Epigonichthys cultellus, eine neue Gattung und Art der Leptocardii. *Mon. Ber. preuß. Akad. Wiss. Berlin, Seite 322.*

J. Couch (1878) A History of the Fishes of the British Islands, *Volume 4, Seite 415.*

E. A. Andrews (1893) The Bahama Amphioxus. *John Hopkins Univ. Circ., Volume 12, Seite 104* und *Ann. Nat. Hist. (6), Volume 12, Seite 236.*

J. W. Kirkaldy (1894) On the Species of Amphioxus. *Rep. Brit. Assoc. Advanc. of Sci., Seite 685.*

A. Willey (1894) Report on a Collection of Amphioxus made by Professor A. C. Haddon in Torres Straits, 1888—1889. *Quart. Journ. Micr. Sci., Volume 35, Seite 361.*

Th. Gill (1895) The genera of Branchiostomidae. *Amer. Natural., Volume 29, Seite 457.*

J. W. Kirkaldy (1895) A Revision of the genera and species of the Branchiostomidae. *Quart. Journ. Micr. Sci., Volume 37, Seite 303.*

A. Willey (1897) Zoological observations in the South Pacific. I. On a new Amphioxus from the Lousiade Archipelago (Asymmetron caudatum n. sp.). *Quart. Journ. Micr. Sci., Volume 39, Seite 219.*

R. Goldschmidt (1905) Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer »Valdivia«, 1898—1899. I. Amphioxides, *Seite 5.*

A. T. Masterman (1900) On the Diplochorda. *Quart. Journ. Micr. Sci., Volume 43, Seite 375.*

W. B. Benham (1901) Heteropleuron hectori, the New Zealand lancelet. *Quart. Journ. Micr. Sci. (2), Volume 44, Seite 273.*

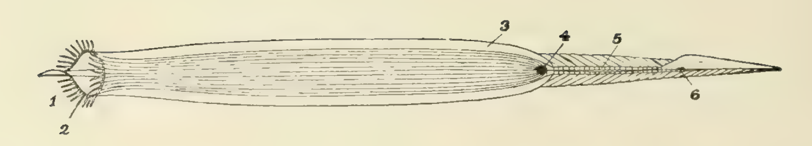
A. Willey (1901) Dolichorhynchus indicus, n. g. n. sp. A new Acraniate. *Quart. Journ. Micr. Sci. (2), Volume 44, Seite 269.*

R. Goldschmidt (1909) Die Amphioxides-Formen. *Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, Band 11, III. Heft, 2, Seite 231. Berlin (G. Reimer).*

H. O. S. Gibson (1910) The cephalochorda »Amphioxides«. *Trans. Linn. Soc. London (Zool.), Volume 13, Seite 213.*

V. Franz (1922) Systematische Revision der Akranier (Fauna et Anatomia ceylanica, Nummer 10). *Jenaische Zeitschr. Naturw., Band 58, Seite 369.*

Ausführliche Literatur-Verzeichnisse über »Amphioxus« enthalten die Werke von (1) E. Burchardt (1900) *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, Band 34*: Beiträge zur Kenntnis des Amphioxus lanc. nebst einem ausführlichen Verzeichnis der bisher über Amphioxus veröffentlichten Arbeiten, (2) E. Lönnberg (1902—1905) Pisces in *Bronns Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, Band 6,* (3) Arthur Willey (1894) *Columbia University Biological Series II.*: Amphioxus and the ancestry of the vertebrates. Die Literatur zur Ontogenie findet man (4) bei Korschelt und Heider (1893) Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere, Seite 1429.



Figur 117. Acrania. — *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas 1774). (*1*) Präoral-Tentakel, Zirren; (*2*) Mund-Rand; (*3*) Metapleural-Falte, »Seiten-Flosse«; die Bauchhaut zwischen den beiden Falten ist gefurcht; (*4*) Atrioporus; (*5*) Ventral-Flosse; (*6*) After, links, nahe der ventralen Mittel-Linie, in einem »After-Feld« gelegen. — Zu der folgenden (von Franz 1922 stammenden) Diagnose der Spezies vergleiche auch unsere Figuren 1, 3, 4, 15, 16, 106 und 109. — 58 bis 62 Myotome, häufigste Myotom-Formel 35 + 15 + 11 = 61. Rostralflosse mit stark gerundeter Spitze und meist deutlich von der Dorsalflosse abgesetzt. Kaudalflosse: dorsaler Teil etwa in der Vertikalen über dem After beginnend, ventraler Teil etwas vor dem After beginnend, Endstück geschweift, mit gerundeter Spitze. Dorsalflosse mit etwa 250 bis 260 Kammern, Ventralflosse mit 34 bis 41. Flossenstrahlen in den Kammern stets entwickelt, außer bei sehr kleinen, jungen Tieren. Ventralflosse nicht über den After hinaus gekammert. After-Öffnung oder After-Röhre in einem delligen After-Feld liegend. Rechts etwa 21 bis 28 Gonaden, links meist 1 oder 2 weniger. Gesamt-Länge bis 60 Millimeter (nach Willey 1894 sogar bis 80 Millimeter, doch ohne genauere Belege). Europäische Küsten: südwärts bis zur Küste von Algier, nordwärts bis Bodö in Norwegen (nördlich des nördlichen Polarkreises, auf etwa 67° 20′ n. Br.); — nach der Ostsee zu nur bis zum südlichsten Kattegatt. Vom Ufer an (doch selten schon in der Gezeiten-Zone) bis in Tiefen von 60 Meter vordringend. (Nach Kirkaldy, aus Cambridge Natural History 1910)

METAZOA

(PARAZOA + EUMETAZOA)

PLEROMATA + COELENTERIA * COELENTERATA + ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA (= GASTRAEADA + NEOPROCTA) + DEUTEROSTOMIA (= MESENCHYMATA + COELOMATA) * MODIFIZIERTE GASTRULATIERE + MODIFIZIERTE TROCHOPHORATIERE + MODIFIZIERTE CHORDATIERE

EUMETAZOA

(RADIATA + BILATERIA)

ENTEROCOELA + COELOMOCOELA * PROTAXONIA + HETERAXONIA

BILATERIA

(VERMES + ARTHROPODA + MOLLUSCA + ECHINODERMA + CHORDATA)

HETERAXONIA * CENTROPLANA * BILATERATA * BILATERALIA HYPOGASTRICA + BILATERALIA PLEUROGASTRICA * SPHENOTA * ZEUGITA * ZYGOMORPHA * ZYGOPLEURA * DIPLEURA * PLEROCOELIA + ENTEROCOELIA * ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA + DEUTEROSTOMIA * ZYGONEURA + DIPLEURIDIA + CHORDONIA * SCOLIGENA + AMBULACRALIA + CHORDONIA * COELOMOCOELA * COELOMATA (PARTIM?)

Siebenter Stamm der Eumetazoa
Fünfter Stamm der Bilateria
CHORDATA

(TUNICATA + ACRANIA + CRANIOTA)

Linnaeus 1766: CL. 1 MAMMALIA, CL. 2 AVES, CL. 3 AMPHIBIA, CL. 4 PISCES, CL. 5 INSECTA, CL. 6 VERMES (INTESTINA + MOLLUSCA + TESTACEA + LITHOPHYTA + ZOOPHYTA) * Carl Gustav Carus 1818: **THIERE OHNE HIRN UND RÜCKENMARK:** 2. KLASSE WEICHTHIERE, MOLLUSCA, 1. ORDNUNG ACEPHALEN (SALPA, ASCIDIA, PTEROTRACHAEA, THALIA). — **THIERE MIT RÜCKENMARK UND HIRN:** UNTERSTE KLASSE: FISCHE (GRÄTHENFISCHE + KNORPELFISCHE) * McLeay 1819—21: **VERTEBRATA** (PISCES, AMPHIBIA, MAMMALIA, AVES, REPTILIA). — **TUNICATA** * Blainville 1822: ARTIOMORPHA (ARTIOZOARIA) 1. TYP **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** = PILIFERA + PENNIFERA + SQUAMIFERA + NUDIPELLIFERA + PINNIFERA. — 4. TYP **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** [DARIN ACEPHALOPHORA, DARUNTER HETEROBRANCHIA (ASCIDIAE)] * Cuvier 1829: ANIMALIA **VERTEBRATA.** — ANIMALIA **MOLLUSCA** (DARIN CL. 4 ACEPHALA = TESTACEA + TUNICATA) * Ehrenberg 1836: A. **MYELONEURA** 1. NUTRIENTIA (MAMMALIA + AVES), 2. ORPHANOZOA (AMPHIBIA + PISCES). — B. **GANGLIONEURA** 1. SPHYGMOZOA, CORDATA, DARIN 4. MOLLUSCA (DARUNTER CL. 15 TUNICATA + CL. 16 AGGREGATA) * Perty 1841: SUBREGNUM 1 **GASTROZOA, BAUCHTHIERE:** CLASSIS VI MOLLUSCA: SUBCL. 1 ACEPHALA, ORDO 1 TUNICATA, SCHALENLOSE (THETYDEA + LUCIA + THALIDA). — SUBREGNUM 3 **CEPHALOZOA, KOPFTHIERE** = CLASSIS XII PISCES + CL. XIII AMPHIBIA (REPTILIA) + CL. XIV AVES + CL. XV MAMMALIA * Fitzinger 1843: I. **EVERTEBRATA:** III. CIRCULUS DERMATOZOA = ACEPHALA + CEPHALOPODA + MOLLUSCA. — II. **VERTEBRATA:** A. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM VEGETATIVORUM = PISCES + REPTILIA; B. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM ANIMALIUM = AVES + MAMMALIA * van Beneden 1845: 1. **HYPOCOTYLEDONES, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + BATRACHIA + PISCES). — 3. **ALLOCOTYLEDONES** (DARIN MOLLUSCA MIT TUNICATA) * Stannius 1846: **VERTEBRATA** = FISCHE (MIT BRANCHIOSTOMA) + REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE * Rudolf Leuckart 1848: V. **MOLLUSCA, PALLIATA** (DARUNTER CL. 12 TUNICATA = ASCIDAE, TETHYES + SALPAE, THALIDES). — VI. **VERTEBRATA** * C. Th. v. Siebold 1848: ANIMALIA EVERTEBRATA: VIERTE HAUPTGRUPPE **MOLLUSCA**, ZEHNTE KLASSE ACEPHALA: 1. ORDNUNG TUNICATA (ASCIDIAE + SALPINAE) * Vogt 1848: I. **VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (LEPTOCARDIA, CYCLOSTOMATA, SELACHIA, GANOIDEA, TELEOSTIA). — IV. **MOLLUSCA**, DARUNTER CL. 13 TUNICATA (ASCIDIAE + BIPHORA), EINE KLASSE DER GRUPPE MOLLUSCOIDEA (= TUNICATA + CTENOPHORA + BRYOZOA) * Milne Edwards 1855: I. **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILES + BATRACHIA + PISCES). — III. **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** (DARUNTER MOLLUSCOIDEA = TUNICATA + BRYOZOA) * Owen 1855: PROVINCE **VERTEBRATA, MYELENCEPHALA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + PISCES). — PROVINCE **MOLLUSCA, HETEROGANGLIATA** (DARIN CL. TUNICATA = SACCOBRANCHIATA + TAENIOBRANCHIATA) * Leunis 1860: **ANIMALIA VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA ODER AMPHIBIA (SQUAMATA + NUDA) + PISCES (OSTEACANTHI + CHONDRACANTHI, DARUNTER ALS LETZTE ORDNUNG CYCLOSTOMI MIT AMPHIOXUS). — **MOLLUSCA ACEPHALA** = [BRACHIOPODA + CONCHIFERA +] TUNICATA, MANTEL- ODER SACKTHIERE ODER SCHALENLOSE ACEPHALEN (ASCIDIACEA + SALPACEA) * Burmeister (Giebel) 1867: VIERTE KLASSE DER REGULÄREN THIERE: TYPUS DER **MOLLUSKEN:** ORDNUNG TUNICATA ODER PERIGYMNA (ASCIDIAE + SALPINAE). — LETZTE HAUPTABTHEILUNG **OSTEOZOA ODER VERTEBRATA:** KLASSE PISCES, DER EINFACHSTE DER FISCHE: AMPHIOXUS, + AMPHIBIA + AVES + MAMMALIA

* Huxley 1875: **DEUTEROSTOMATA EPICOELA** = TUNICATA OR ASCIDIOIDA + VERTEBRATA * E. Ray Lankester 1877: ENTEROZOA COELOMATA (TRIPLOBLASTICA): . . . 7. **VERTEBRATA** = UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + CRANIATA * Benjamin Clarke 1879: VERTEBRATE DIVISION: **VERTEBRATA NOTODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES [= (— MONO DELPHIA —) GANOIDEA, PACHYCARDIA, LEPTOCARDIA, DERIVED FROM ASCIDIA) + (— DIDELPHIA —) LEPIDOTA, TELEOSTIA, ? SELACHIA] — **VERTEBRATA PRODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) MAMMALIA (DIDELPHIA, ORNITHODELPHIA) + (— MONODELPHIA —) MAMMALIA (MONODELPHIA). — **MOLLUSCOIDEA**: ASCIDIOIDA = NOTODELPHIA (MONODELPHIA) ASCIDIA IN PART, SALPIDA, PYROSOMATIDA, DIPLOSOMA + NOTODELPHIA (DIDELPHIA) = ASCIDIA, ? BALANOGLOSSIDA. * Ludwig (Leunis) 1883: 1. KREIS **VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CHONDROPTERYGEI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII). — 2. KREIS **TUNICATA** (ASCIDIACEA + THALIACEA) * Hatschek 1888: LETZTER TYPUS **CHORDONII** = 10. CLAD. TUNICATA + 11. CLAD. LEPTOCARDII + 12. CLAD. VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + GNATHOSTOMATA) * Hallez 1893: **CHORDATA** * Masterman 1897: **CHORDATA** = ARCHICORDA (HEMICHORDA + DIPLOCHORDA) + EUCHORDA (UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + HOLOCHORDA) * Fleischmann 1898: I. TYPUS **VERTEBRATA** = PISCES (SELACHII + TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII) + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES (ARCHAEORNITHES + NEOORNITHES) + MAMMALIA. — VI. TYPUS **TUNICATA** (ASCIDIA + THALIACEA) * Gegenbaur 1898: **WIRBELLOSE**: (7. STAMM) TUNICATA = COPELATEN + PYROSOMEN + DOLIOLEN + SALPEN. — **WIRBELTHIERE**: (8. STAMM) = ACRANIA + CRANIOTA * Goette 1902: **CHORDATA** = TUNICATA + CEPHALOCHORDIA, LEPTOCARDII + VERTEBRATA * Karl Camillo Schneider 1902: II. PHYLUM COELENTERIA 4. TYPUS: ENTEROCÖLIA (CÖLENTERIER MIT GESONDERTEN CÖLARRÄUMEN) = **PROCHORDATA** + **CHORDATA**: 6. SUBTYPUS AMERIA + 7. SUBTYPUS TRIMERIA + 8. SUBTYPUS TELOCHORDATA (CLADUS TUNICATA) + 9. SUBTYPUS EUCHORDATA (CLADUS HOMOMERIA, ACRANIA + CLADUS VERTEBRATA, CRANIOTA) * Harmer 1904: **CHORDATA** = 1. HEMICHORDATA (ENTEROPNEUSTA + PTEROBRANCHIA + PHORONIDEA) + 2. UROCHORDATA, TUNICATA (LARVACEA + ASCIDIACEA + THALIACEA) + 3. CEPHALOCHORDATA (BRANCHIOSTOMATIDAE) + 4. CRANIATA (CYCLOSTOMATA + PISCES) * Grobben 1908: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * Hatschek 1911: PHYLUM **CHORDONIA** = TYPUS TUNICATA + TYPUS VERTEBRATA (ACRANIA + CRANIOTA) * Bütschli 1912: PHYLUM **CHORDATA** = SUBPHYLUM TUNICATA, UROCHORDA + SUBPHYLUM VERTEBRATA (TRIBUS ACRANIA, LEPTOCARDII + TRIBUS CRANIOTA) * Hertwig 1912: III. **STAMM WÜRMER**: DARIN 10. KLASSE TUNICATEN (APPENDICULARIEN + TETHYODEEN + THALIACEEN). — VII. **STAMM WIRBELTIERE** = 1. UNTERSTAMM ANAMNIEN (ACRANIER + CYCLOSTOMEN + FISCHE + AMPHIBIEN) + 2. UNTERSTAMM AMNIOTEN (REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE) * Heider 1913: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * J. E. V. BOAS 1914: **URWIRBELTIERE** — TUNIKATEN; — **URWIRBELTIERE** — AMPHIOXUS — CYCLOSTOMEN — SELACHIER — GANOIDEN — KNOCHENFISCHE — LUNGENFISCHE — AMPHIBIEN — REPTILIEN — VÖGEL — SÄUGETIERE * Brehms Tierleben 1914: **TIERKREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA * Grobben (Claus) 1916: PHYLUM VI. DEUTEROSTOMIA: SUBPHYLUM III **CHORDONIA** = KREIS TUNICATA (COPELATA + TETHYODEA + THALIACEA) + KREIS ACRANIA (LEPTOCARDIA) + KREIS VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + PISCES + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES + MAMMALIA) * Austin H. Clark 1921: **VERTEBRATOIDEA** = ACRANIATA (PHYLUM TUNICATA + PHYLUM CEPHALOCHORDA) + CRANIATA (PHYLUM VERTEBRATA) * Börner 1923: **COELOMATA NEUROPORATA** = TUNICATEN + ACRANIER + VERTEBRATEN * Jürgen W. Harms 1924: C. KREIS **MODIFIZIERTE CHORDATIERE** (CHORDA DORSALIS STETS EMBRYONAL VORHANDEN; RÖHRENFÖRMIGES NERVENSYSTEM): **NEUROPORATA** = 1. UNTERKREIS SALPAE + ASCIDIAE (ALS REGULATIONSFORMEN) + 2. UNTERKREIS ACRANIA + HEMICRANIOTA ODER CYCLOSTOMATA + CRANIOTA (PISCES, AMPHIBIA, SAUROPSIDA, MAMMALIA) (ALS HALBSTABILE TIERE) + 3. UNTERKREIS APPENDICULARIA (ALS STABILE TIERE) * Stempell 1926: **KREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA, CRANIOTA * Fleischmann 1928: **1. STILKREIS DER WIRBELTIERE, VERTEBRATA** = 1. NABELTIERE, AMNIOTA + 2. NABELLOSE, ANAMNIA + SCHÄDELLOSE, ACRANIA ODER RÖHRENHERZEN, LEPTOCARDIA. — **8. STILKREIS DER MANTELTIERE, FILTERTIERE, TUNICATA** = 1. SEESCHEIDEN, ASCIDIA + APPENDIKULARIEN + SCHWIMMENDE TONNEN, SALPAE * Kühn 1928: STAMM **CHORDATA** = 1. UNTERSTAMM ACRANIA + 2. UNTERSTAMM TUNICATA + 3. UNTERSTAMM VERTEBRATA ODER CRANIOTA * Grobben (Claus-Grobben-Kühn) 1932 **3. SUBPHYLUM CHORDONIA** = 1. KLADUS ***TUNICATA*** (MIT DEN 3 KLASSEN COPELATA + TETHYODEA + THALIACEA) + 2. KLADUS ***ACRANIA*** (MIT DER 1. KLASSE LEPTOCARDIA) + 3. KLADUS ***VERTEBRATA, CRANIOTA*** (MIT DEN 6 KLASSEN CYCLOSTOMATA + PISCES + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES + MAMMALIA)

Dritter Unterstamm der Chordata
CRANIOTA

Erste Superklasse der Craniota
MARSIPOBRANCHIA

Einzige Klasse der Marsipobranchia
CYCLOSTOMA

Dritter Unterstamm der Chordata

CRANIOTA

Erste Superklasse der Craniota

MARSIPOBRANCHIA

Einzige Klasse der Marsipobranchia

CYCLOSTOMA

(Von VICTOR PIETSCHMANN in Wien)

1758 Linnaeus: AMPHIBIA NANTES und VERMES INTESTINA PARTIM — 1782 Bloch: CARTILAGINEI PARTIM — 1788 Gmelin: PISCES CHONDROPTERYGII PARTIM und (1790) VERMES INTESTINA PARTIM — 1799 Loos (Lacepède): APODES PARTIM — 1800 Cuvier: CHONDROPTERIGII CYCLOSTOMI — 1801 Bloch-Schneider: DIPTERYGII PARTIM et MONOPTERYGII PARTIM — 1806 Dumeril: CYCLOSTOMI — 1818 Carus: CHONDROPTERYGII PARTIM — 1825 Latreille: ICHTHYODERA — 1834 Johannes Müller: MARSIPOBRANCHII — 1834 Cuvier: CYCLOSTOMATA — 1835 Johannes Müller: CYCLOSTOMATA — 1837 Bonaparte: MARSIPOBRANCHII — 1841 Perty: CYCLOSTOMATA — 1842 MacLeay: CYCLOSTOMI — 1845 Storer: CYCLOSTOMI — 1846 Owen: DERMOPTERI PARTIM — 1848 Vogt: CYCLOSTOMATA — 1849 F. C. I. Mayer: CERCOPTERYGII PARTIM — 1850 Bonaparte: CYCLOSTOMI — 1851 Gray: CYCLOSTOMIA — 1857 Agassiz: MYZONTES PARTIM — 1858 Heckel und Kner: CYCLOSTOMI — 1859 van der Hoeven: CYCLOSTOMI — 1859 Louis Agassiz: MYZONTES — 1859 Bleeker: MARSIPOBRANCHII — 1860 Kner: CYCLOSTOMI — 1860 Leunis: CYCLOSTOMI oder MARSIPOBRANCHII — 1861 Gill: DERMOPTERI PARTIM — 1863 Siebold: CYCLOSTOMI — 1866 Haeckel: MARSIPOBRANCHIA — 1868 Cope: DERMOPTERI — 1870 Günther: CYCLOSTOMATA — 1873 O'Shaugnessy (Zoological Record): CYCLOSTOMATA — 1874 Huxley: HOLOCRANIA PARTIM — 1875 Claus: CYCLOSTOMI — 1876 Wilder: MARSIPOBRANCHII — 1878 Gegenbaur: CYCLOSTOMATA — 1880 Boulenger (Zoological Record): CYCLOSTOMATA — 1880 Day: CYCLOSTOMATA — 1880 Huxley: MYZICHTHYES — 1881 Moreau: MARSIPOBRANCHII, CYCLOSTOMI — 1882 Jordan und Gilbert: MARSIPOBRANCHII — 1883 Parker: CHORDATO-CRANIOTA — 1883 Ludwig (Leunis): CYCLOSTOMATA oder MARSIPOBRANCHIA — 1886 Seeley: CYCLOSTOMATA — 1888 Hatschek: CYCLOSTOMATA — 1890 Boas: CYCLOSTOMI — 1891 Lilljeborg: MARSIPOBRANCHIA — 1892 Boulenger (Zoological Record): CYCLOSTOMI — 1893 Howes: EPICRANIATA — 1895 Smitt: CYCLOSTOMI — 1896 Jordan & Evermann: MARSIPOBRANCHII — 1898 Fleischmann: CYCLOSTOMATA — 1899 Garman: MYXINIA (SYMPHYSOBRANCHIA) — 1902 K. C. Schneider: CYCLOSTOMATA — 1902 Goette: CYCLOSTOMATA — 1904 Bridge: CYCLOSTOMATA oder AGNATHOSTOMATA — 1904 Dean: MARSIPOBRANCHII — 1905 Lönnberg (Bronn): CYCLOSTOMI — 1906 Tate Regan: CYCLOSTOMATA — 1908 Grobben: CYCLOSTOMATA (MARSIPOBRANCHI) — 1911 Hatschek: CYCLOSTOMATA — 1911 Poche: MONORHINA — 1911 Tate Regan (Zoological Record): (MARSIPOBRANCHII), CYCLOSTOMATA — 1912 Bütschli: CYCLOSTOMATA — 1912 Berg: MARSIPOBRANCHII — 1913 Jordan, Tanaka, Snyder: MARSIPOBRANCHII — 1920 Norman (Zoological Record): (MARSIPOBRANCHII), CYCLOSTOMATA — 1925 Bigelow & Wellsh: MARSIPOBRANCHII — 1926 Burton (Zoological Record): (MARSIPOBRANCHII), CYCLOSTOMATA — 1932 Grobben (Claus-Grobben-Kühn): CYCLOSTOMATA (MARSIPOBRANCHI).

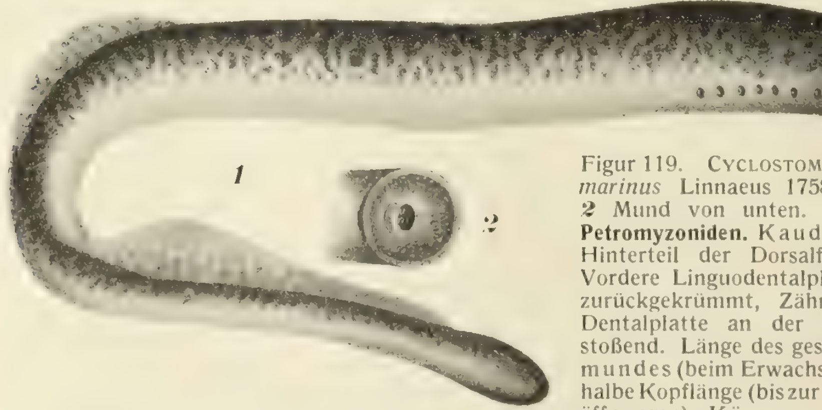


Figur 118. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus 1758. Vertreter der **Myxiniden.** 7 bis 8 Supralingualzähne in der vorderen Außenreihe, 8 bis 10 kleinere in der hinteren Innenreihe; die vordersten seitlich an der Basis verschmolzen. Körper ungefähr gleichmäßig dick, hinter der Mitte allmählich immer stärker seitlich zusammengepreßt. Jederseits eine Reihe von mehr als 100 ovalen, schleimführenden Kanälen, von denen die vordersten hinter dem Kopfe, die hintersten hinter dem Vorderende der ventralen Schwanzknorpellamelle liegen. Farbe rötlich-grau, auf dem Rücken und dem oberen Teil der Flanken mit Schwarzgrau (subkutanes Pigment) und einem leichten bläulich-violetten Schimmer überlaufen. Manchmal leicht gefleckt. Wird bis 45 Zentimeter lang. Nördlicher Atlantischer Ozean. (Nach Smitt)

Definition

Wasserbewohnende Vertebraten von anguilliformer Gestalt und mit endständigem oder fast unterständigem, mehr oder minder kreisförmigem Saugmund und einer unpaarigen, zwischen den Augen liegenden Nasen-Öffnung. Paarige Extremitäten fehlen. Der Mund ist kieferlos, im Inneren mit einzelnen kegelförmigen Hornzähnen besetzt. Die Haut ist nackt. Das Skelett bleibt dauernd knorpelig und besteht aus einer Schädelkapsel und einer nicht besonders von ihr getrennten Wirbelsäule ohne Rippen; Schulter- und Becken-Gürtel fehlen. An jeder Seite des Kopfes finden sich mindestens 6 sackförmige Kiemen ohne Kiemen-Bogen; die Kiemen-Lamellen sind reihenweise an den Wänden dieser Säcke angeordnet. Das Herz hat keinen Bulbus arteriosus. Der Darmkanal ist gerade, ohne irgendwelche Anhänge. Die vertikalen Flossen werden durch schwache Strahlen gestützt. Die äußere Geschlechts-Öffnung ist eine einfache Öffnung in der Körperhaut.

Die Tiere machen während ihrer Entwickelung eine Metamorphose mit Larven-Zuständen durch oder entwickeln sich direkt ohne Larven-Formen.



Figur 119. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus 1758: *1* Gesamtbild, *2* Mund von unten. Vertreter der **Petromyzoniden.** Kaudalflosse mit dem Hinterteil der Dorsalflosse verbunden. Vordere Linguodentalplatte in der Mitte zurückgekrümmt, Zähne der vorderen Dentalplatte an der Basis zusammenstoßend. Länge des geschlossenen Saugmundes (beim Erwachsenen) mehr als die halbe Kopflänge (bis zur 1ten der 7 Kiemenöffnungen). Körper aalartig, vorn fast oder ganz drehrund. Der Hinterrand der Kiemenöffnungen trägt kleine Fransen und Papillen. Farbe nach Alter, Jahreszeit und Örtlichkeit stark wechselnd. Gewöhnlich grüne, manchmal blaue, rötliche oder olivfarbene Grundfarbe, vermischt mit Blau, Gelb und Rot. Schwarze oder kastanienbraune Marmorierung (nur bei erwachsenen Tieren). Erreicht eine Länge von über 1 Meter. Östlicher Teil des Atlantischen Ozeans. (Nach Day)

Vertreter der Cyclostomen waren schon den naturgeschichtlichen Schriftstellern des Altertums bekannt, und zwar, wie begreiflich, nur ***die europäischen Arten der Petromyzoniden***, also *das Fluß- und das Meer-Neunauge*, die jedoch, sowie auch später, noch bis in die ersten Jahrhunderte der Neuzeit als *eine einzige Art* angesehen wurden. Aristoteles beschäftigte sich schon mit ihnen und versuchte zu ergründen, mit welchen Tieren sie zunächst verwandt seien. Die Ansichten darüber und die über *ihre Zugehörigkeit zu einer bestimmten Tier-Gruppe* gingen noch sehr weit auseinander. So wurden die Tiere einerseits zu ***den Haifischen*** gerechnet und als zunächst verwandt mit ***den Stören*** bezeichnet, während andere Schriftsteller sie ***als marine Würmer*** bezeichneten. Und Strabo, der sie so wie viele andere römische Schriftsteller, darunter insbesondere auch Plinius und Oppian, erwähnt, faßte sie auf ***als Blutegel mit Kiemenöffnungen*** (branchiae perforatae).

Er-forschungs-geschichte

Viele Jahrhunderte, das ganze Mittelalter hindurch, blieb die Ansicht der Schriftsteller aus dem klassischen Altertum, vor allem die des Aristoteles so wie in anderen auch in diesem einzelnen, verhältnismäßig kleinen Gebiet so ziemlich die alleinherrschende.

Erst zu Beginn der Neuzeit erschienen in rascher Aufeinanderfolge einige große Werke mit Schilderungen der verschiedenen Naturobjekte, die freilich vielfach auch nur auf überlieferte Meinungen aus dem Altertum und daneben auf Sagen und phantastischen Aberglauben vergangener und der damaligen Zeit aufgebaut waren, daneben aber doch schon mehr oder weniger, oft erstaunlich scharfe Beobachtungen enthielten. Einige von diesen befassen sich auch mit den Cyclostomen. Es war um die Mitte des 16. Jahrhunderts fast zu gleicher Zeit, daß die damals als grundlegende, umfassende Werke zu wertenden Schilderungen von Salvian, Rondeletius (beide 1554) sowie dem schweizer Deutschen Gesner erschienen; und insbesondere Gesners Tierbuch verbreitete sich ausführlich über die Rundmäuler.

Aus den 3 Beschreibungen sei erwähnt, daß Salvianus bereits die 7 Kiemenöffnungen feststellte, und daß er recht gute Schilderungen der Zähne und des Mundes gab, weiterhin auch Angaben über Verbreitung und Laichzeit machte. Ausführlicher noch befaßte sich Rondeletius mit der Naturgeschichte der Tiere, aber auch mit historischen Einzelheiten und Versuchen der Namenserklärung, die freilich recht weit hergeholt sind. (Er führte den Namen *Lampetra* auf die Steine, »die sie lecken«, a lambendis petris, zurück.) Nach seiner Ansicht ist *das Neunauge* ein sowohl im süßen wie im salzigen Wasser lebendes, den Knorpelfischen zuzuzählendes Tier, das als nächste Verwandte *die Aale und die Muränen* hat und sich von diesen hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß es einen »weder in die Länge noch in die Breite gespaltenen, sondern hohlen Mund« aufweist, der dem *eines Blutegels* zu vergleichen ist. Auch daß *die Neunaugen* in den Flüssen laichen, war diesem Autor bereits bekannt, der eine recht zutreffende Schilderung der Bezahnung, des äußeren Aussehens und der Färbung, sowie der inneren Organe gibt, und auch über die Lebensdauer der Wahrheit ziemlich nahekommende Angaben macht: daß sie nämlich auf 2 Jahre geschätzt wird.

Gesner war der erste, der einen *artlichen Unterschied zwischen dem Fluß- und dem Meer-Neunauge* erkannte. Auch er rechnete die Tiere zu ***den Haien*** (*galei*) und erörterte zugleich ausführlich die Möglichkeiten, sie einer der anderen Tier-Gruppen anzugliedern. Auch dieser Schriftsteller gibt eine ausführliche Beschreibung, unter anderem von den inneren Organen, insbesondere vom Herzen, und äußert die Meinung, daß die »Öffnung«, die die Tiere im Genick hätten, dazu diene, das Wasser den Kiemen zuzuziehen, während sie sich an Schiffen angeheftet hätten.

Im Jahre 1638 finden wir dann abermals eine ausführliche Abhandlung über *Neunaugen* in dem Werke von Aldrovandi, der die gleiche Ansicht wie Gesner bezüglich *zweier Arten von Neunaugen* ausspricht und über ihre Verwandtschaft die Meinung äußert, daß sie bis auf den Kopf ***den Muränen*** glichen. Seine Beschreibung der inneren Organe entspricht der von Rondeletius. Außerdem gab er eine genaue Darstellung der Zähne und ihrer Stellung, sowie Angaben über Fundorte und Verbreitungsgebiete. Aus seinen Schilderungen läßt sich erkennen, daß er auch schon Kenntnis von dem Bestehen einer 3ten Form, *des Bachneunauges*, hatte, von dem er berichtet, daß es sein ganzes Leben in den Bächen verbringe.

Von vorlinneischen Schriften seien dann die von Ray und Willughby genannt, die bereits den Inger (*Myxine glutinosa*) anführen, und zwar als ein ***den Fischen*** zugehöriges Tier.

Linnaeus, der in seinem Systema naturae merkwürdigerweise den Vertreter der zweiten Ordnung der Cyclostomen, den Inger, *Myxine glutinosa*, unter den

Eingeweidewürmern anführte, teilte die übrigen Rundmäuler, also *die Petromyzoniden*, den Amphibien zu, und zwar seiner aus sehr verschiedenartigen Tieren zusammengesetzten ***Unterklasse der »Amphibia nantes«***, die außer *Selachiern*, *Holocephalen* und *Acipenseriden* auch den *Lophius* umfassen. Schon um diese Zeit aber wurde die auch schon im Altertum geäußerte Ansicht von der fischähnlichen Natur der Cyclostomen (sowie all der anderen in dieser merkwürdigen Unterklasse vereinigten Tiere) immer mehr herrschend, wenngleich doch auch immer noch von namhaften Zoologen andere Ansichten, insbesondere über ***die Myxiniden***, geäußert wurden, wie zum Beispiel von O. F. MÜLLER, dem Verfasser des Prodromus zoologiae danicae, der sie zu ***den Mollusken*** rechnete, und wenn auch selbst noch nach dem Beginn des 19ten Jahrhunderts die Meinung über ihre nächste Verwandtschaft derart schwankte, daß sie zum Beispiel von A. I. RETZIUS als ***Zwischenformen zwischen Fischen und Schlangen***, von HOME als ***solche zwischen Fischen und Würmern*** betrachtet wurden. Aber etwa vom BEGINN DES 2TEN VIERTELS DES 19TEN JAHRHUNDERTS wurden dank den ausgezeichneten Untersuchungen von RATHKE, RETZIUS und JOHANNES MÜLLER alle Cyclostomen so gut wie ausnahmslos ***zu den Fischen*** gereiht; allerdings mehr oder weniger scharf getrennt von den übrigen Gruppen dieser Klasse, manchmal mit ***den Acrania zu einer gemeinsamen höheren Kategorie vereinigt***. Die verschiedenen Namen, die man dieser Gruppe gab, spiegeln ja auch die wechselnden Ansichten über die Wichtigkeit der verschiedenen Unterscheidungsmerkmale wieder, die sie charakterisieren sollen (***Cyclostomi***, ***Marsipobranchii***, ***Dermopteri***, später ***Monorhina***). Um nur einige Beispiele über die Wertung ihrer Stellung anzuführen, betrachteten sie GRAY, BONAPARTE, VAN DER HOEVEN, JORDAN und GILBERT als Ordnung, GRAY als solche ***der Knorpelfische***, gleichwertig mit ***der der Haie und der Rochen***. Es war gewiß vielfach ein Verdienst der schon erwähnten klassischen Arbeiten von JOHANNES MÜLLER, der so wie über ***die Acrania*** auch über die Anatomie der Cyclostomen ausgedehnte umfassende Untersuchungen anstellte, daß die Erkenntnis davon, daß tiefgreifende Unterschiede eine schärfere Abtrennung dieser Tiere von anderen nächstverwandten, den Fischen zugehörigen, nötig machten, immer mehr an Boden gewann und dazu führte, daß man ***die Cyclostomen*** zunächst als ***Subklassen den Selachiern und »andern Fischen«*** gleichwertig erklärte; eine Ansicht, die sich bis weit in die 2te Hälfte des verflossenen Jahrhunderts fast ganz allgemein gehalten hat und auch noch gegen Ende des 19ten Jahrhunderts nur allmählich der Auffassung wich, daß ihnen die Berechtigung einer eigenen Klasse allen übrigen Fischen gegenüber zugestanden werden müßte. Schon bald nach Beginn der 2ten Hälfte des 19ten Jahrhunderts hatten freilich einzelne Forscher die Überzeugung ausgesprochen, daß noch tiefergreifende Unterschiede vorhanden wären, die selbst diese Auffassung noch nicht als den Tatsachen genügend erscheinen ließ. Es war vor allem HAECKEL, der in diesem Sinne ***die Cyclostomen als Monorhini sämtlichen übrigen höheren Tieren, den Amphirhini***, als gleichwertige Gruppe gegenüberstellte. Gegenwärtig ist sie wohl die allgemein herrschende Anschauung geworden und die Frage ist nur die, welche Wertigkeit, ob die einer Superklasse oder eines Subphylums man den beiden Gruppen, ***den Cyclostoma und den Vertebrata***, zugesteht.

Noch zu Ende des verflossenen und am Beginn des jetzigen Jahrhunderts herrschte noch keineswegs Einstimmigkeit über diese von HAECKEL ausgesprochene Auffassung, die jedoch um diese Zeit immer mehr an Boden gewann.

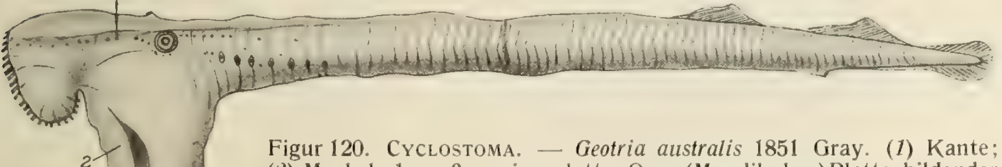
Auch über die Wertigkeit der gegenseitigen Abgrenzung der beiden zuerst von JOHANNES MÜLLER scharf (als Familien) voneinander geschiedenen Gruppen der Cyclostomen, die er als ***Cyclostomata hyperoartia*** (*die Petromyzoniden*) und ***Cyclostomata hyperotreta*** (*die Myxiniden*) voneinander trennte, sind im Verlauf der letzten hundert Jahre sehr verschiedene Auffassungen laut geworden: von dieser Ansicht Müllers, der dieser Trennung nur den Charakter der zweier Familien zugestand, bis zu jener, die die Unterschiede zwischen beiden als so tiefgreifend erachtete, daß sie überhaupt jeden gemeinsamen Ursprung der beiden leugnete.

Die **gegenwärtig** wohl so gut wie allgemein herrschende Wertung der beiden Gruppen weist ihnen den **Rang von Ordnungen** zu.

Die Einsicht von der im Vergleich zu anderen viel umfangreicheren Tier-Gruppen immer wichtiger werdenden Bedeutung der Cyclostomen hatte natürlich im gleichen Maße, wie sie durch immer eingehendere Untersuchungen gefördert worden war, auch ein immer stärkeres und eingehenderes Studium und eine immer mehr anschwellende Zahl von Forschungen im Gefolge, die sich mit der Anatomie einzelner Teile, der Untersuchung der Biologie und vor allem der Entwickelung der Cyclostomen beschäftigte, wie dies auch die Literatur-Übersicht erkennen läßt. Es möge hier nur einiger Arbeiten

kurz Erwähnung getan werden, die als grundlegende oder als besondere Marksteine in der Geschichte unserer Kenntnisse dieser Tiere genannt werden müssen. Außer den schon erwähnten Arbeiten von RATHKE, JOHANNES MÜLLER sowie denen von GRENACHER und LANGERHANS mögen hier vor allen FÜRBRINGERS Untersuchungen über die Muskeln sowie die späteren großen Arbeiten über das gleiche Gebiet von COLE und TRETJAKOFF erwähnt werden; weiterhin die grundlegende Arbeit PARKERS über das Skelett-System, der sich in der Folge gleichfalls vor allem Arbeiten von COLE und TRETJAKOFF anschlossen. Das Nerven-System wurde eingehend von LANGERHANS, RETZIUS, JOHNSTON und TRETJAKOFF sowie neuerdings von SAITO durchgearbeitet, die Augen zuerst von RATHKE, später von DÜCKER und KEIBEL, das Geruchs-Organ von LUBOSCH und BALLOWITZ, das Gehör-Organ von KRAUSE; die Verhältnisse des Ernährungstraktes von KEIBEL und seiner Schule, der überhaupt sehr viele wertvolle Arbeiten über Cyclostomen zu danken sind. So mögen hier die Untersuchungen BÖNIGS über das Pankreas und seine Entwickelung sowie die von WEISSENBERG durchgeführten Untersuchungen genannt werden, die auch Klärung in der Frage der Verhältnisse und Beziehungen von *Bach-Neunauge* und *Fluß-Neunauge* brachten. Über die Entwickelung haben UNTER ANDEREN DEAN, VON KUPFFER, HATSCHEK gearbeitet.

Welche Bedeutung der Erforschung ***dieser niedrigsten aller Cranioten*** beigemessen worden ist und auch noch wird, ist wohl auch daraus ersichtlich, daß EIN NAMHAFTER PREIS für die Erforschung der Entwickelung von *Myxine glutinosa* Linnaeus ausgesetzt worden ist, der freilich noch immer des Preisträgers harrt.



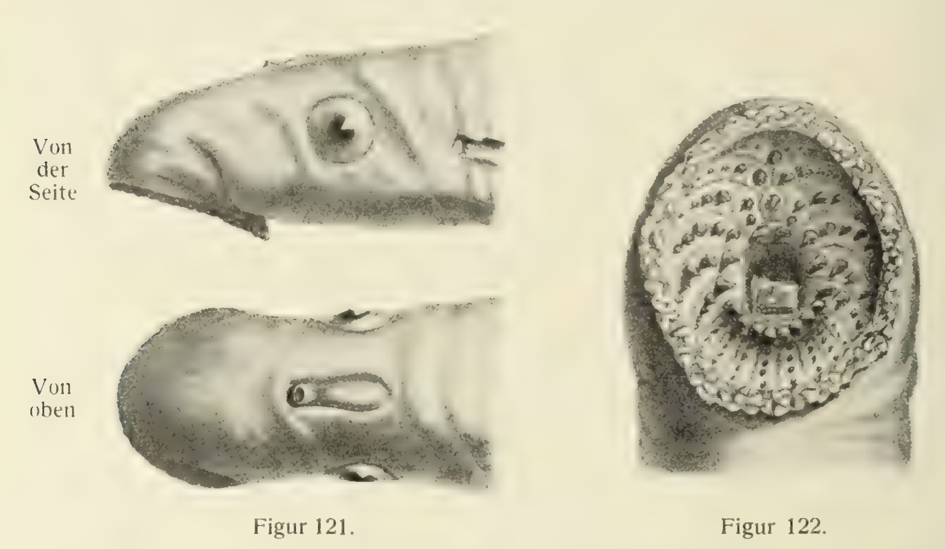
Figur 120. CYCLOSTOMA. — *Geotria australis* 1851 Gray. (*1*) Kante; (*2*) Muskel. 1 großer, eine glatte Quer-(Mandibular-)Platte bildender Maxillar-Zahn mit 2 großen Außen- und 2 kleinen Innen-Zähnen. Labial-Zähne in lockeren radiären Reihen, nach außen kleiner werdend. Der große äußere Zungen-Zahn trägt 2 große Spitzen auf hohem Sockel (siehe auch Figur 123). Lippenrand mit 1 inneren Kranz ausgefranster Blättchen und 1 lockeren äußeren aus kleinen Zirren. Ein sehr großer Kehlsack und Saugmund bei *noch nicht geschlechtsreifen Tieren*. 2 ungefähr gleich große Rückenflossen, die 2te mit der Schwanzflosse zusammenstoßend; After unter ihrem Vorderende. Farbe schiefergraublau, an den Seiten des Saugmundes und auf dem Kehlsack heller rötlichgrau. Gegen 40 Zentimeter lang. Australien und südliches Südamerika. (Nach Plate)

Morphologie Allgemeines

Die äußere Gestalt der Cyclostoma ist aalartig (Figur 118, 119, 120); der Körper ist besonders in seinem vorderen Teil völlig drehrund (Figur 122, 124, 127) oder leicht seitlich zusammengepreßt, so daß dann der Querschnitt auch in diesem Körperabschnitt oval ist. Nach hinten zu wird diese seitliche Zusammenpressung immer stärker, und der Schwanzteil (hinter dem After) geht allmählich immer bandförmiger werdend in den Endabschnitt über. Nur bei *2 Arten* (Figur 120) ist die aalartige Gestalt des Vorderkörpers insofern modifiziert, als die Haut in der Kehlgegend erweitert ist und dort einen schlappen, kropfartigen Sack bildet. Die Haut ist immer vollständig nackt, ohne jedwede Schuppen, Platten, Stacheln oder ähnliche Gebilde. Sie ist im Leben stark mit Schleim überzogen, der insbesondere bei *den Myxiniden* außerordentlich reichlich abgesondert wird.

Vorn ist der Körper schräg nach unten abgestutzt durch den halb endständigen, scheibenförmigen Saugmund, der in der Ruhelage bis auf eine in der Mittellinie des Körpers verlaufende, dann ganz unterständige Längsspalte ganz geschlossen sein kann, oder, leicht geöffnet, eine mehr oder weniger halbkugel- oder kalottenförmige Höhlung darstellt. Das Innere des Mundes, der keine Kiefer besitzt, ist durch hornige Zähne bewaffnet (Figur 122, 124), die, in verschiedener

Zahl, Anordnung und Form, bei *den einzelnen Arten, Gattungen und höheren Gruppen* charakteristisch sind. Es können nach der Stellung Maxillar-, Mandibular-, Palatinal-, Supralingual-, Zungen-, Ethmoidal- und Saugscheiben-Zähne unterschieden werden, und nach der Form kleine und große, einfach kegelförmige oder solche mit gekrümmter Spitze, sowie mehrfach gespitzte und schließlich kammförmige, und zwar finden sich meist verschiedene dieser Formen bei *einer und derselben Art*; — auch ihre Größe ist bei *ein und demselben Tier* verschieden.



Figur 121. Figur 122.

Figur 121. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Kopf.* (Nach Parker)
Figur 122. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Kopf von unten.* (Nach Parker)

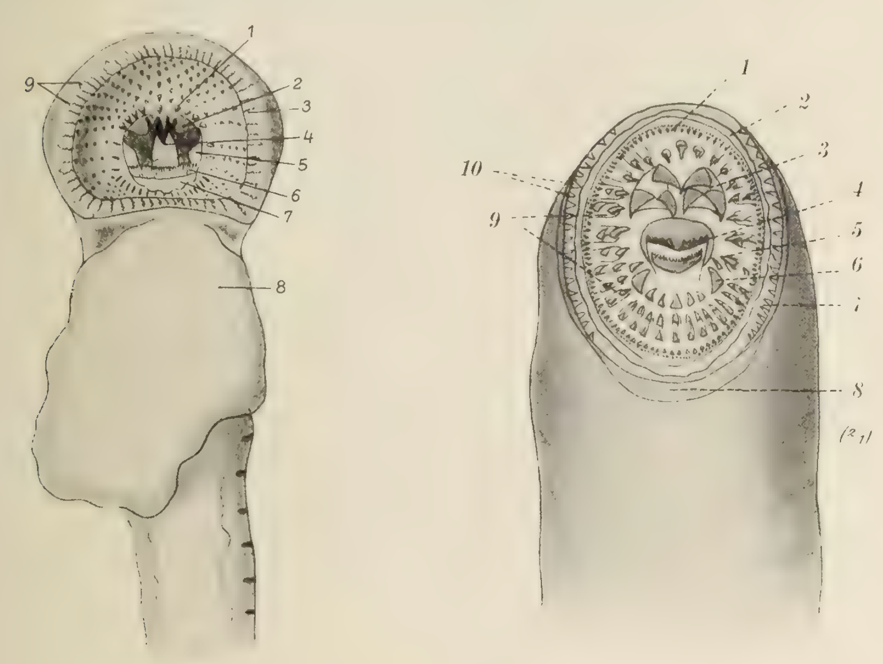
Sie sitzen auf weichen Papillen auf. In der Mitte des Mundes ist der Schlund sichtbar. Der Mundrand wird von zahlreichen, engstehenden, kurzen, wimperartigen Zilien (*Petromyzoniden*) oder von größeren, bartelartigen Hautanhängen (*Myxiniden*) in verschiedener Anzahl besetzt. Die engstehenden Zilien bilden bei vollständig geschlossenem Munde eine Art reusenförmigen Verschluß der bereits erwähnten Längsspalte, die die Mundöffnung dann darstellt. *Die Myxiniden* haben einen etwas modifizierten Mund, der unregelmäßig sternförmig genannt werden kann. In der Ruhelage ist seine Wandung nämlich so gefaltet, daß sich eine etwa sternförmige Öffnung ergibt, die in eine lange, hinten sich erweiternde Mundhöhle führt.

Die Augen sind auch bei *den Formen*, bei denen sie äußerlich gut sichtbar sind, von der allgemeinen Körperhaut überzogen, die an dieser Stelle mehr oder weniger durchscheinend ist. Bei *den Myxiniden* sind sie vollständig rudimentär, in die Tiefe gerückt, das heißt also, außer vòn der Körperhaut auch von einer Muskelschicht überdeckt, so daß sie makroskopisch und von außen überhaupt nicht feststellbar sind (Figur 121).

Bei *den Petromyzoniden* finden wir eine deutlich sichtbare, porenartige Nasenöffnung auf der Oberseite des Kopfes, etwa zwischen den Augen. Sie ist von einer Aufwölbung der Haut, der Andeutung eines Nasenröhrchens, einer Nasaltube, umgeben. Bei *den Myxiniden* hingegen liegt die äußere Nasenöffnung terminal zwischen 2 oder 4 bartelähnlichen Nasaltentakeln, je 1 oder

2 an jeder Seite, bildet eine verhältnismäßig geräumige, nach innen zu sanft kegelförmig sich verengende Öffnung, und wird von einem medianen, etwa 3-eckigen Hautlappen überdeckt (Figur 121).

Hinter den Augen liegen bei *den Petromyzoniden* in einer ziemlich geraden Längs-Reihe die Kiemenöffnungen, genauer gesagt, die Öffnungen der einzelnen Kiemensäcke. Sie treten sehr deutlich in die Erscheinung und haben etwa rundlich-ovale Gestalt, deren Längsachse von oben nach unten geht. Bei *den Myxiniden*

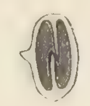


Figur 123. Figur 124.

Figur 123. Cyclostoma. — *Geotria australis* Gray: *Mund*, geöffnet. (*1*) Labial-Zahn; (*2*) Maxillar-Platte; (*3*) Falte; (*4*) äußerer Zungen-Zahn; (*5*) Polster; (*6*) innere Falte; (*7*) Mandibular-Platte; (*8*) Kehl-Sack; (*9*) Zirren. (Nach Plate)

Figur 124. Cyclostoma. — *Mordacia mordax* Richardson. (*1*) äußerer Labial-Zahn; (*2*) Lippe; (*3*) Maxillar-Platte; (*4*) innerer, (*5*) äußerer Zungen-Zahn; (*6*) Mandibular-Platte; (*7*) Lippenwulst; (*8*) Kehlfalte; (*9*) innerer Labial-Zahn; (*10*) Zirrus (Lippententakel). (Nach Plate)

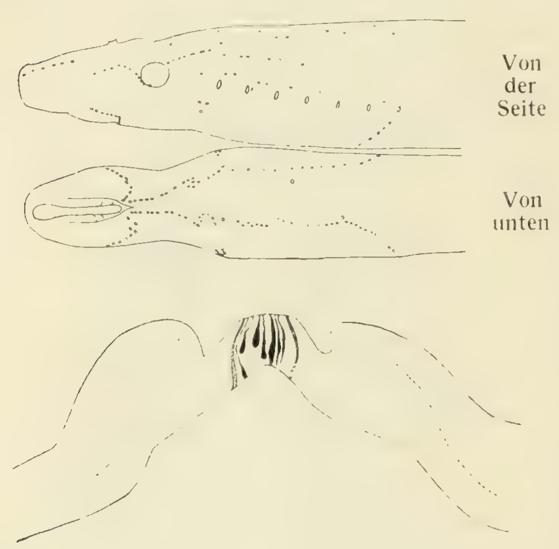
finden sie sich auf der Bauchseite, und zwar in der Kehlgegend, die allerdings infolge der großen Längsentwickelung der Mundhöhle verhältnismäßig sehr weit nach hinten gerückt ist, wo sie in der Zahl von einer oder mehreren (bis 14) auf jeder Körperseite nach außen münden. Sie haben in dieser Gruppe die Gestalt von einfachen rundlichen Öffnungen, die ziemlich nahe nebeneinander an jeder Körperseite ausmünden (Figur 118, 119, 120, 121, 125).



Figur 125. Cyclostoma. — *Mordacia mordax* Richardson: *Kiemenspalte*. (Nach Plate)

Bei *großen Exemplaren von Petromyzoniden* sieht man leicht (Figur 126), vor den Augen, aber auch an besonderen Stellen des Körpers kleine, fast punktförmige Öffnungen die Haut durchbohren. Sie gehören dem System der Seitenlinie an, das im wesentlichen aus folgenden Teilen besteht: dem über den Körper ziehenden Hauptteile der Lateral-Linie, der gebildet wird aus: (1) einer Dorsolateral-Linie, die auf dem Rückenteil des Körpers verläuft, und (2) einer Mediolateral-Linie,

die längs der Körperflanken, etwas über der Mitte der Körperhöhe, entlang geht. Von diesen beiden zieht die dorsale bis zur Schwanzflosse, während die mediane, die in ihrer Lage auf dem Körper im großen und ganzen der Laterallinie entspricht, wie sie normalerweise bei *den echten Fischen* vorhanden ist, schon in beträchtlicher Entfernung vor der Kaudale endet. Die Ausführungsgänge von beiden, besonders aber von der Mediolateral-Linie, sind durch verhältnismäßig große Zwischenräume voneinander getrennt. In der Kopf-Region teilt sich das System der Seitenlinie in verschiedene Zweige, und zwar (3) eine Reihe von Poren über den Kiemenöffnungen, derart angeordnet, daß je 1 Pore über je 1 Kiemenöffnung steht, (4) vor diesem oberen Kiemenast zieht jederseits als seine Fortsetzung gegen die Schnauzenspitze zu eine Reihe enger gestellter Poren, der frontorostrale Ast, dessen vorderer Teil (vor den Augen) auch als (4a) Rostralast besonders bezeichnet werden kann. (5) Unmittelbar hinter dem Auge werden die Frontorostraläste der beiden Körperseiten durch einen über den Nacken hinüberziehenden Querast, den vorderen Verbindungsast, (7) etwa über der 1 ten Kiemenöffnung durch einen anderen ähnlichen, den hinteren Verbindungsast miteinander in Verbindung gesetzt. (8) Unmittelbar vor dem Auge liegt der Suborbitalzweig und (9) in der Nähe des Mundes der Mandibularzweig, der um die untere Hälfte des Mundes herumgeht. (10) Vom Suborbitalzweig geht der untere Kiemenast der Laterallinie ab, der auf der Bauchseite des Tieres jederseits nach hinten zieht (Figur 126).



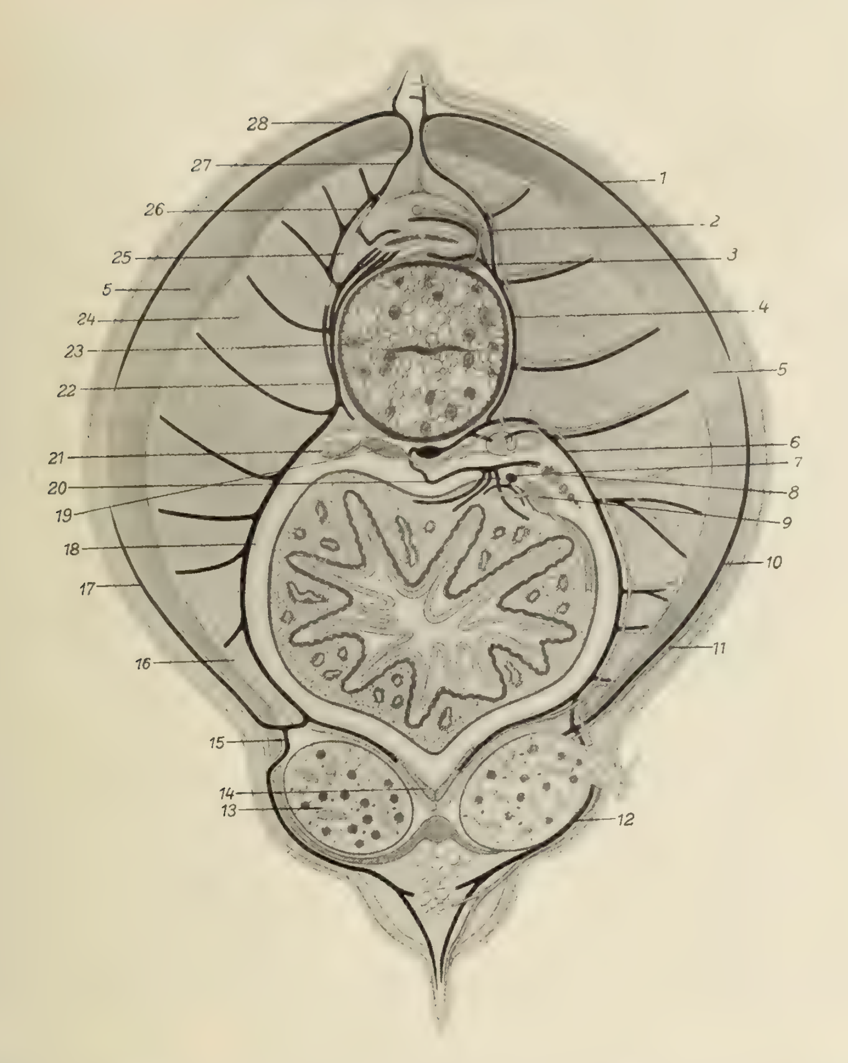
Figur 126. Cyclostoma. — *Lampetra wilderi* Gage: (*a*) *Kopf*; zur Darstellung der Verteilung der Organe der Seitenlinien. (*b*) *Schnitt durch ein Organ der Seitenlinie*; nur wenige Sinnes-Zellen und 2 Stütz-Zellen sind zu sehen. (Nach Johnston)

In der Anordnung dieser Äste zeigen *die einzelnen Arten* kleine Verschiedenheiten.

Bei *den Myxiniden* ist außer den Poren der Schleimsäcke an den Seiten des Körpers (siehe dort) äußerlich von dem System der Seitenlinie nichts zu sehen.

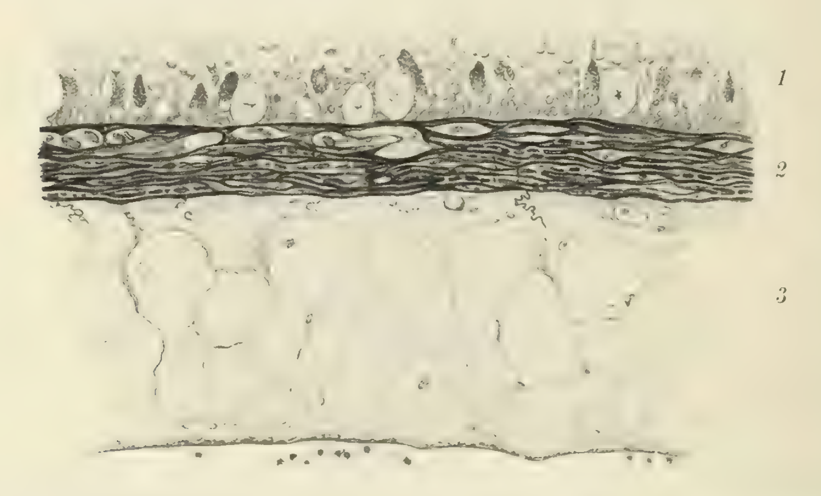
Die After- oder die Kloaken-Öffnung liegt stets im hintersten Körperabschnitt. Sie ist entweder rundlich oval, oder, wie namentlich bei *den Myxiniden*, als Längsspalte ausgebildet. Die Haut um diese Öffnung ist bei *den Petromyzoniden* zuweilen etwas aufgewulstet und manchmal auch in radiäre Falten gelegt. Auch bei *manchen Myxiniden* sind Hautfaltungen im Inneren der Öffnung sichtbar, die gegen den vorderen Winkel der Längsspalte zusammengehen. Bei *den Myxiniden* ist der After von der hinter ihm liegenden Kloake durch eine Querfalte getrennt.

Die Flossen bilden (Figur 118, 127) entweder einen gleichförmigen Saum, der auch manchmal um das Schwanzende des Körpers herumzieht,



Figur 127. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *schematischer Querschnitt durch ein idealisiertes Segment des Körpers,* in dem die Verhältnisse verschiedener Segmente vereinigt sind. Links ist die Verteilung eines Spinalnerven (in Schwarz) wiedergegeben, rechts der Verlauf einer Segmentalarterie (dunkel) und Vene (licht). Die Erweiterung der Arterie in der Mittellinie unter der Chorda stellt die Aorta (systemica) dar. Der subkutane, den ganzen Körper umgebende Raum (Sinus) ist auf der rechten Seite durch die Öffnung einer Schleim-Drüse unterbrochen. (*1*) obere Haut-Arterie (Arteria cutanea superior); (*2*) Vena spinalis, durch die Vereinigung von oberen und unteren Spinalvenen gebildet; (*3*) Arteria spinalis, die sich in obere und untere Spinalarterien aufspaltet; (*4*) Arteria und Vena dorsalis; (*5*) subkutaner Blutsinus; (*6*) Arteria und Vena ventralis; (*7*) sympathischer Nerv (Ramus intestinalis), durch die Vereinigung der 2 viszeralen Zweige des Nervus vagus gebildet; (*8*) Ovarialteil der hermaphroditischen Gonade; (*9*) Portal-Vene, die vom Darm und der Gonade Gefäße empfängt; (*10*) mittlere Haut-Arterie (Arteria cutanea media); (*11*) mittlere und obere Haut-Vene (Vena cutanea media und superior); (*12*) Arteria und Vena cutanea inferior; (*13*) Schleim-Sack (auf der rechten Seite mit Ausführungsgang); (*14*) Musculus rectus; (*15*) Ramus cutaneus inferior des Spinal-Nerven; (*16*) Musculus obliquus; (*17*) Ramus cutaneus medius des Spinal-Nerven; (*18*) Peritoneum; (*19*) große, linke, hintere Kardinal-Vene, mit der kleinen rechten durch Anastomose verbunden; (*20*) medianes Dorsal-Mesenterium, durch das eine zu der Gonade führende Mesenterial-Arterie verläuft; (*21*) Ductus segmentalis, auf der rechten Seite ein in ihn sich öffnendes Malpighisches Körperchen mit seiner arteriellen und venösen Versorgung; (*22*) Ramus ventralis des Spinal-Nerven; (*23*) ventrale, durch die Vereinigung von 4 kleinen Würzelchen gebildete Wurzel des Spinal-Nerven; (*24*) Musculus parietalis (Seitenrumpfmuskel); (*25*) Dorsalwurzel und Ganglion des Spinal-Nerven, oben gibt es den dorsalen sensorischen, unten den ventralen sensorischen Ast ab; (*26*) dorsaler motorischer Ast der Ventralwurzel des Spinal-Nerven; (*27*) Ramus dorsalis des Spinal-Nerven; (*28*) Ramus cutaneus superior des Spinal-Nerven. (Nach Cole)

ohne eine Unterbrechung zu zeigen, die einen kaudalen Flossenteil absondern würde (bei *den Myxiniden*), oder sie sind in mehrere Abschnitte getrennt, von denen jeder auch wieder keine gleichmäßige Höhe hat, sondern von seinem vorderen, niedrig ansetzenden Beginn allmählich zu seiner größten Höhe ansteigt, um von da nach hinten wieder an Höhe abzunehmen. Auch da (Figur 119, 120; *Petromyzoniden*) sind wieder 2 Varianten vorhanden: die eine, bei der 2 von der Kaudale getrennte dorsale Flossen sich finden, die andere, bei der die hintere Dorsale mit der Kaudale zusammenschließt. Die Strahlen, die diese Flossensäume stützen, sind bei *vielen Formen* auch von außen sichtbar, bei *anderen*, bei denen die die Flossen umgebende Körperhaut dicker ist und ihnen lose aufsitzt, ist von dem inneren Bau der Flosse von außen überhaupt nichts mehr zu erkennen, und sie sind auch nur unbestimmt vom Körper abgesetzt.



Figur 128. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *senkrechter Schnitt durch die Körperhaut.* (*1*) Epidermis; (*2*) Corium; (*3*) subkutanes Gewebe. (Nach Schreiner)

Färbung

Die Färbung der Cyclostomen ist meist ziemlich einförmig: die Bauchseite gewöhnlich lichter oder weißlich. Bei *manchen Arten* finden sich dunkle Marmorierungen mit verschwommenen Rändern in der lichteren Grundfarbe des Rückens und der Seiten. Dunkles Grün und Braun in verschiedenen Tönungen sind die Hauptfarben.

Haut, Myxiniden

Die Haut *der beiden Cyclostomen-Gruppen* zeigt im wesentlichen die gleichen Grundzüge, weist aber doch auch unterscheidende Merkmale auf.

Ein Querschnitt durch die Haut von *Myxine* Linnaeus zeigt (nach Blomfield)

(1) äußerlich die Epidermis,

(2) unter ihr die Kutis (Dermis) und unter dieser

(3) das subkutane Bindegewebe, das auch Fettgewebe enthält.

Das subkutane Bindegewebe liegt unterhalb der Kutis als unregelmäßiges Netzwerk mit sphärischen oder hexagonalen Maschen, die aus Bindegewebe bestehen. Dieses Bindegewebe ist in Verbindung mit der Kutis und reicht zum Teil auch in sie hinein. Im Lumen der maschenartigen Zellen liegt zentral oder parietal der Kern.

Die Kutis besteht aus Lagen von Bindegewebe, zwischen die hie und da eine Pigment-Zelle eingelagert ist.

Die Epidermis setzt sich aus mehreren Lagen von Zellen zusammen, die sich färberisch in 2 Gruppen teilen lassen. Die eine von ihnen besteht aus protoplasmareichen Zellen, während in der anderen das Protoplasma mehr oder weniger verschwunden ist; an seine Stelle ist Schleim getreten, den die Tiere bekanntlich in so großen Mengen produzieren können, daß 1 oder 2 Exemplare von *gesunden Myxinen* das Seewasser eines großen Wasserschaffes, in das sie gesetzt werden, in verhältnismäßig kurzer Zeit in eine gelatinöse Masse verwandeln können. *Die Myxiniden* haben also protoplasma- und schleimführende Zellen, die etwa dem Stratum corneum und Stratum mucosum *der höheren Tiere* vergleichbar sind (Figur 128).



Figur 129. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *indifferente Epidermis-Zellen.* (Nach Schreiner)



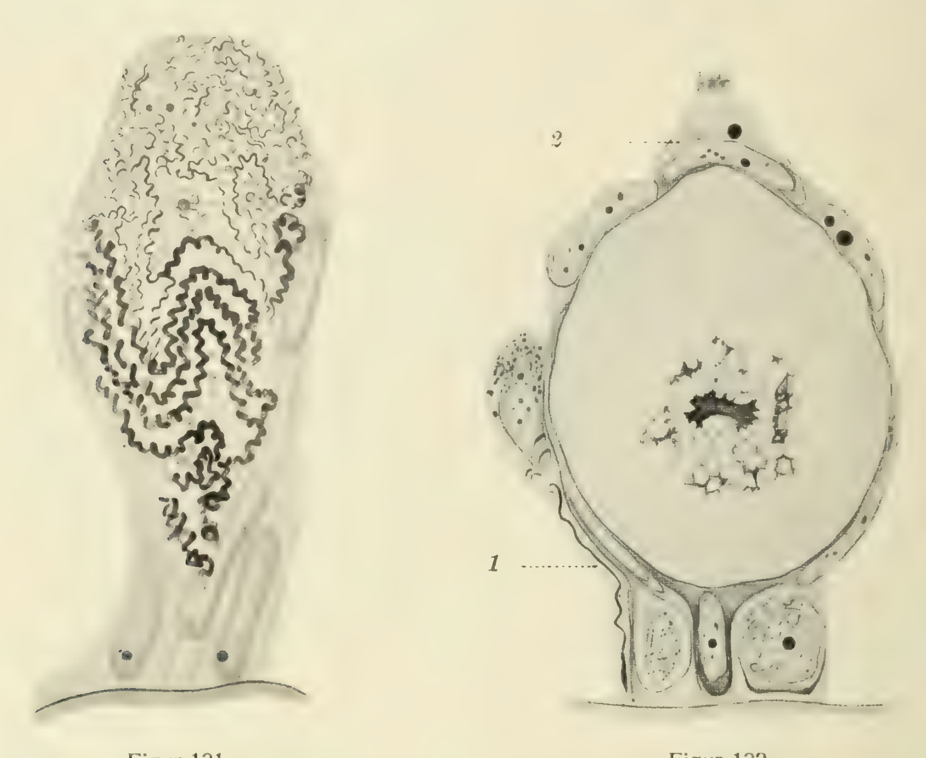
Figur 130. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *junge Faden-Zellen.* (Nach Schreiner)

Die schleimführenden Zellen sind in 2 bis 3 Lagen angeordnet und als Becher-Zellen zu bezeichnen, die in ihrer Gestalt leicht bis zu birnförmigen variieren. Ihr Kern liegt an der Basis. Die Zellen der äußersten Schicht haben perlartiges Aussehen auf der freien Oberfläche. In den tieferen Lagen folgen junge Becher-Zellen, die normal gelegene Kerne haben und die durch alle möglichen Übergänge zu den reifen Schleim-Zellen überleiten (Figur 129 bis 132).

Zwischen diesen Zellen sind 2 Arten größerer Zellen eingelagert, von denen die 1te in allen Teilen der Epidermis vorkommt und manchmal zwischen den Oberflächen-Zellen an die Oberfläche selbst durchdringt. Die Zellen dieser Art sind unregelmäßig länglich, grobkörnig und haben rudimentäre Kerne; sie sind wohl als homologe Bildungen der Keulen-Zellen bei *den Petromyzoniden* aufzufassen. Die 2te Zellen-Art entspricht den Körner-Zellen *der Petromyzoniden.* Diese sind als lichte, rundliche Räume zwischen den anderen gewöhnlichen Epidermis-Zellen zu sehen, die in ihrer nächsten Umgebung zusammengepreßt und

flach sind, werden durch eine Membran umgeben und zeigen im Inneren eine feinkörnige Masse, die einen stark färbbaren Kern enthält und gegen die Zellwand einzelne Stränge absendet, so daß das Ganze ein spinnenförmiges Aussehen erhält. Über die Natur dieser Zellen äußerte sich schon Blomfield dahin, daß auch sie schleimliefernde Zellen seien, und zwar solche, die den flüssigeren Teil dieses Schleimes hervorbringen.

Die überaus reichliche Schleimabsonderung *der Myxiniden* wird durch eine Reihe von Drüsen erzeugt, die, an jeder Körperseite gelegen, durch eine



Figur 131. Figur 132.

Figur 131. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *reife Faden-Zelle.* Von der Oberfläche gesehen. (Nach Schreiner)

Figur 132. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *reife Schleim-Zelle,* unmittelbar vor der Entleerung. (*1*) junge Faden-Zelle; (*2*) kleine Schleim-Zelle der oberflächlichsten Lage der Epidermis. (Nach Schreiner)

Längs-Reihe deutlich sichtbarer Poren nach außen münden. Jede Drüse liegt unter der Kutis in subkutanes Bindegewebe eingebettet, die lateralen Muskelbänder liegen an ihrer inneren Seite (siehe Muskulatur). Sie dienen zur Entleerung der Drüsen. Die Drüsen sind solide Einbuchtungen des Integuments, in denen die Epidermis-Zellen eine spezielle Struktur im Zusammenhang mit der Schleimerzeugung angenommen haben. Sie werden durch eine fibröse Wand begrenzt, die bei *jungen* aus mehreren, bei *erwachsenen Tieren* nur aus einer Lage besteht. Auf dieser Wand und im Inneren der Drüse liegen, diese ausfüllend, eigentümliche gelbe Sekretions-Zellen, die durch eine bindegewebige Unterlage getragen werden. Die fibröse Wand ist als eine Fortsetzung der Kutis, ihr Inhalt, also vor allem diese Zellen, als ein Bestandteil der Epidermis zu erkennen. Im Inneren der

Drüsen finden sich auch »spinnenartige« Zellen außer diesen länglichen, ovoiden, gelben Zellen. Diese gelben Zellen zeigen lange aufgerollte und gewundene Fäden, die, wie man bei genauerer Untersuchung erkennt, um eine zentrale granulöse Substanz gewickelt sind, so daß die Zelle von diesen Fäden umwunden erscheint. Ähnliche Fäden wie in diesen Zellen, natürlich nicht so regelmäßig aufgerollt wie in der Zelle, sondern lose liegend, finden sich auch in dem Schleim an der Oberfläche des Körpers des Tieres zusammen mit Epidermis- und Becher-Zellen.

Die Spinnen-Zellen scheinen eine bindegewebige Unterlage für die Faden-Zellen zu bilden. Sie dürften den Körner-Zellen *von Petromyzoniden* entsprechen und vielleicht zur Ernährung der Faden-Zellen, aber auch, wie schon erwähnt, zur Erzeugung des flüssigeren Teiles des Schleimes dienen.

Die Haut *der Myxiniden* ist nur schlapp am Körper befestigt, da unter ihr sich verschiedene Lymphräume befinden, und zwar je ein rechts und links am Körper entlang laufender, abgesehen von der Kopf- und Hals-Region, wo die Haut fester anhaftet; subkutan reichen diese beiden lateralen Räume bis an die Medianlinie und treten in der Kopf-Region miteinander in Verbindung. Im übrigen aber sind sie durch eine dünne, mit Gefäßen und Nerven ausgestattete bindegewebige Membran voneinander geschieden. An den Körperseiten dehnen sich diese seitlichen Lymphräume ventralwärts bis an die Schleimsack-Reihe (linea lateralis) aus. Diese trennt einen 3ten ventralen Raum von ihnen, der gleichfalls vorn am Kopf mit den anderen zusammenfließt und einen subkutanen Kopf-»Lymphsack« bildet (siehe Lymphräume).

In der neuesten Zeit hat sich Schreiner in überaus eingehender Weise mit der Haut *der Myxiniden* beschäftigt. Das Ergebnis seiner Untersuchungen zeigt kurz folgende, die Untersuchungen Blomfields weiter ausführende und verbessernde Tatsachen.

Die 3 Schichten, die ein Vertikalschnitt durch die Körperhaut *von Myxine* Linnaeus zeigt, sind voneinander scharf getrennt; es ist die aus mehreren Epithelzellen-Lagen bestehende Epidermis (1), ein dickes, aus zahlreichen zur Oberfläche parallel verlaufenden, sich gegenseitig kreuzenden Bindegewebslamellen bestehendes und viele Pigment-Zellen enthaltendes Corium (2) und ein mächtig entwickeltes subkutanes Gewebe (3), das aus großen, blasenförmigen, in einem ziemlich faserarmen, gallertigen Bindegewebe liegenden Fett-Zellen besteht.

In der Epidermis finden sich wieder 2 undeutlich voneinander getrennte Schichten: eine oberflächliche, aus 2 bis 3 Zellagen bestehende, mit größeren, zum Teil hoch zylindrischen Elementen und basalgestellten, querovalen oder sichelförmigen Kernen, und eine tiefere, aus mehreren Lagen kleinerer Zellen mit relativ großen, ovoiden Kernen bestehende.

Zwischen den Zellen dieser beiden Schichten findet sich eine große Anzahl von 2 Arten größerer Elemente, von denen die einen bläschenförmig sind und einen scheinbar homogenen Inhalt und in seiner Mitte einen unregelmäßig sternförmigen Protoplasmafleck enthalten: die Spinnen-Zellen Blomfields, während die anderen kolben- oder birnförmige Gestalt haben und körnigen oder fädigen Inhalt aufweisen: Blomfields Faden-Zellen.

Die Zellen der oberflächlichsten Lage der Epidermis enthalten Schleim und haben eine eigentümliche Stäbchenstruktur ihrer obersten Teile. In den

kleinen Zellen der tieferen Schicht ist bei stärkerer Vergrößerung eine sehr auffallende Abgrenzung des unmittelbar unterhalb des Kernes gelegenen Plasmaabschnittes vom übrigen Teil des Zell-Leibes festzustellen.

Wir können demnach in der Epidermis 3 Gruppen von Zellen unterscheiden: (1) die indifferenten Bildungs-Zellen, die den Hauptteil der Epidermis zusammensetzen, (2) die aus ihnen hervorgegangenen spezifisch differenzierten Drüsen-Zellen, und zwar (a) große, birnförmige Zellen mit fädigem und körnigem Inhalt, die Faden-Zellen, (b) große, bläschenförmige Schleim-Zellen, die Spinnen-Zellen, und (c) kleine, zylindrische Schleim-Zellen in den oberflächlichen Epidermisschichten und endlich (3) die Sinnes-Zellen der Haut, die ebenfalls Abkömmlinge der indifferenten Zellen sind.



Figur 133. Figur 134.

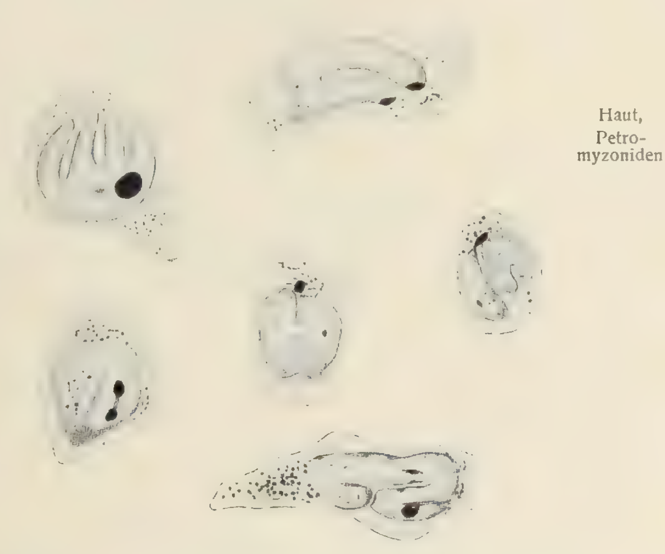
Figur 133. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *große Schleim-Zelle* mit degeneriertem Kern und reichlicher Sekretablagerung im Inneren. (Nach Schreiner)

Figur 134. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *senkrecht auf die Oberfläche geführter Schnitt durch die Epidermis.* (*1*) große Schleim-Zelle, die sich der Hautoberfläche genähert hat; (*2*) Schleim-Zelle, im Begriff, ihren Inhalt auf die Oberfläche der Haut zu entleeren; (*3*) durch die Entleerung einer großen Schleim-Zelle hervorgerufener Spalt in der Oberhaut. (Nach Schreiner)

Die Bildungs-Zellen sind kleine, rundliche oder polygonale Zellen, die die tieferen Lagen der Epidermis einnehmen und, wie schon erwähnt, eine scharfe Trennung ihres Protoplasmas in ein weiches Endoplasma und ein festeres Ektoplasma aufweisen. Die Zellen sind durch feine Plasmabrücken miteinander verbunden. Auch sie zeigen feine Fäden und Granula. Die Fäden zerfallen vor jeder Zellteilung wieder in Körnchen, aus denen beim Heranwachsen der jungen Zellen wieder Fäden gebildet werden. Die kleinen, in der Größe mit den Bildungs-Zellen übereinstimmenden Schleim-Zellen nehmen die oberflächlichen Epidermislagen ein. Sie führen einen Schleim, der von dem der großen Schleim-Zellen verschieden ist, und können in 2 Typen unterschieden werden: kolbenförmige Zellen und zylindrische Oberflächen-Zellen, von denen die kolbenförmigen nur in sekretgefülltem Zustande die Oberfläche der Haut erreichen, während die zylindrischen immer (auch sekretleer) an die Oberfläche reichen. Die kolbenförmigen Zellen bilden sich, indem sie allmählich an die Oberflächenschichten hinaufrücken, zu Zylinder-Zellen um (Figur 134). Die Zellen können mehrmals entleert werden, und zwar durch die Kanälchen des Porensaumes der Haut.

Die Faden-Zellen dagegen, deren dicke Fäden durch Vereinigung mehrerer dünnerer Fäden gebildet werden, gehen nach der Sekretausstoßung zugrunde. Sie rücken während der Sekretablagerung allmählich an die Oberfläche, indem sie die Zellen der oberflächlichen Lagen auseinanderzerren und zur Seite schieben. Die Fäden liegen (wie auch schon Blomfield nachgewiesen hat) an der Oberfläche der Zellen, in der Mitte die Körnchen, der Kern im basalen Teil. Wahrscheinlich hängen alle Fäden einer Zelle miteinander zusammen. Die jungen Faden-Zellen treten in der Epidermis immer paarweise auf.

Die Sekretbildung der großen, blasenförmigen Schleim-Zellen (Spinnen-Zellen) erfolgt innerhalb der inneren Plasmaschicht. Während dieser Bildung rückt der zuerst zentral gelegene Kern seitwärts und wird an der dem Sekret zugekehrten Seite zunächst abgeflacht, dann dellenförmig eingedrückt. Später wird er zackig und beginnt zu schrumpfen.



Figur 135. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *junge Basal-Zellen mit gelappten Kernen.* (Nach Schreiner)

Haut, Petromyzoniden

Die Haut *der Petromyzoniden,* die an den Seiten dicker als auf dem Bauche ist, und dem Körper straff anliegt, setzt sich ebenfalls aus 3 Teilen zusammen, und zwar von außen nach innen (Figur 136)

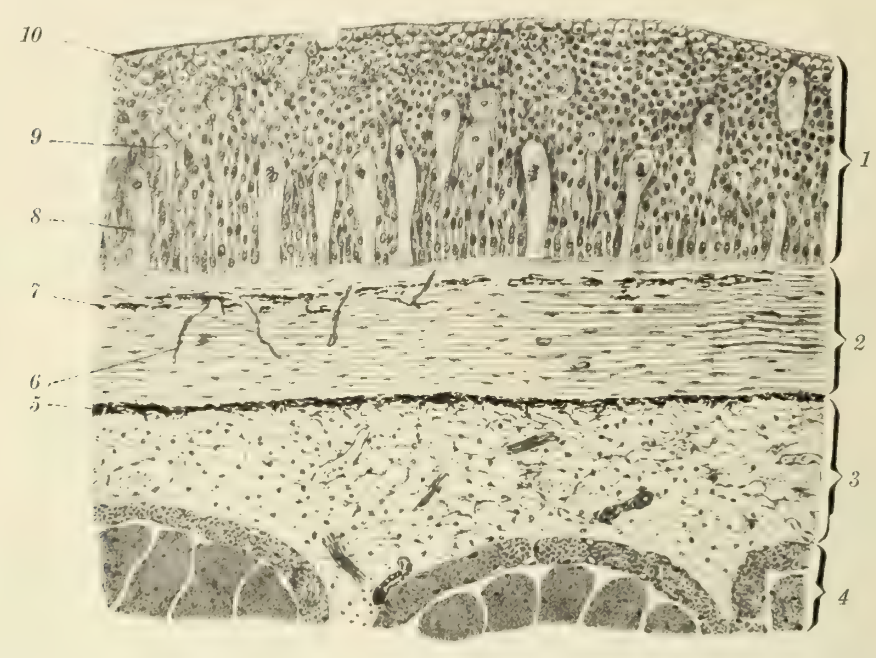
(1) aus der Epidermis (epitheliale Schicht),

(2) der Kutis und

(3) dem subkutanen Bindegewebe (Unterhaut-Zellgewebe).

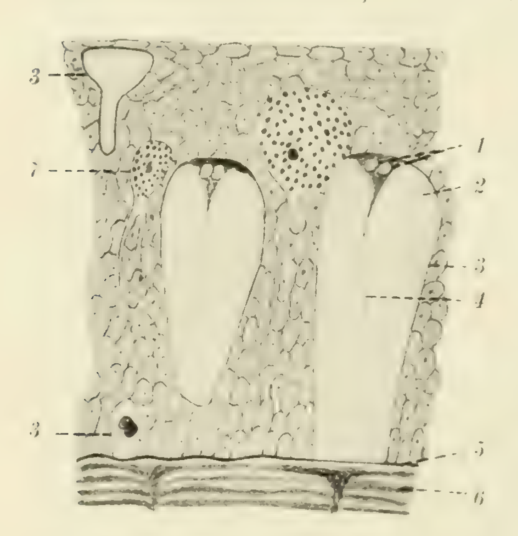
Die Epidermis besteht aus einem vielschichtigen Epithel, in dem verschiedene Lagen und Elemente zu unterscheiden sind. Von außen nach innen betrachtet, haben wir zunächst eine 1-zellige Deckschicht aus flachen Becher-Zellen mit basal gelagerten Kernen, die nach außen hin einen senkrecht zur Epitheloberfläche fein gestreiften Kutikularsaum hat. Diese feine Streifung wurde (von Langerhans) als Porenkanälchen gedeutet. Unter ihr folgt eine aus mehreren Lagen bestehende Schicht rundlich polyedrischer Zellen mit gleichfalls der Basis, also dem proximalen Zellteil naheliegenden Kernen, der sich eine weitere aus mehreren Lagen bestehende Schicht spindelförmiger, an beiden Enden spitz zulaufender Zellen anschließt, die gegen außen zu mehr rundlich, in den inneren Lagen schmäler sind und etwa in ihrer Mitte den Kern besitzen, und endlich eine Grundschicht, die aus einer Lage distal spitz zulaufender Zylinder-Zellen besteht, also eigentlich wohl nur aus durch das Aufsitzen auf der Kutis modifizierten Spindel-Zellen der tieferen Lagen der 2ten Schicht. Die letzten 3 Schichten können wohl am besten als Polyederschicht, Spindelschicht und Grundschicht des Epithels bezeichnet werden. Zwischen den Epithel-Zellen liegen überall enge Interzellularspalten, die durchsetzt werden von den senkrecht zur Epitheloberfläche verlaufenden Epithelfasern: feinen, von

Zelle zu Zelle ziehenden Fasern, die in der Außenschicht jedes Zellprotoplasmakörpers enthalten sind (Figur 136 bis 142).



Figur 136. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die Haut des Rückens.* (*1*) Epidermis; (*2*) Kutis; (*3*) subkutanes Gewebe; (*4*) Muskelfasern der Myomeren; (*5*) Pigmentschicht zwischen Kutis und subkutanem Gewebe; (*6*) Nerven-Fasern; (*7*) kutanes Pigment; (*8*) Kolben-Zellen; (*9*) Körner-Zellen; (*10*) kutikularer Saum. (Nach Krause)

Schon seit langem sind in der Epidermis (Figur 137, 141) noch 2 besondere Arten von Zellen bekannt, die als Kolben- und als Körner-Zellen bezeichnet werden. Sie sind nicht gleichmäßig in allen Körper-Regionen verteilt und fehlen gänzlich im freien Saum der Rückenflosse, in der Umgebung der als »Grübchen« bezeichneten Sinnesknospen und der Hornhaut des Auges.

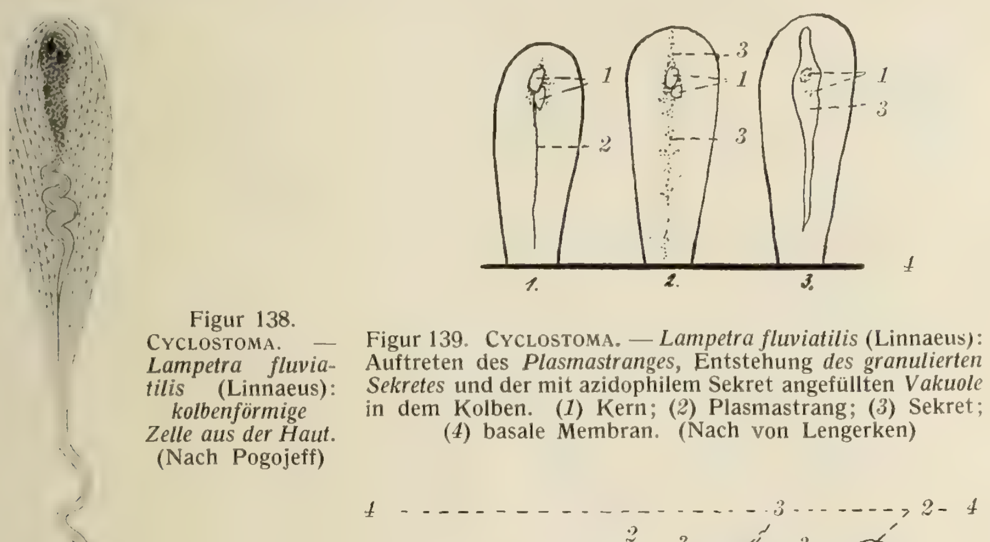


Figur 137. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *transversaler Schnitt durch die Epidermis der Mitte des Körpers.* (*1*) Kern; (*2*) Schichtungslinie; (*3*) Kolben-Zelle; (*4*) Plasmastrang; (*5*) basale Membran; (*6*) Chorion; (*7*) Körner-Zelle. (Nach von Lengerken)

Die Kolben-Zellen sind ganz besonders große, langgestreckte, auf der Kutis aufsitzende, plumpe, keulenförmige Zellen mit schmälerem basalen Teil und kolbig verdicktem Oberteil, die über die Grundschicht der Epidermis weit in die Spindelschicht hineinragen und in dieser in verschiedener Höhe endigen. Manche dringen auch bis an die Deckschicht vor, ohne jemals die Oberfläche der Haut zu erreichen. In diesem ihrem oberen Teile, der (nach den neuen Untersuchungen Krauses) im übrigen so wie der proximale fast oder ganz leer zu sein scheint, liegen

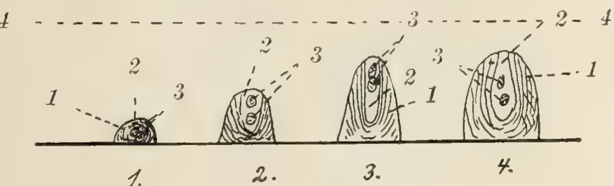
gewöhnlich 2, manchmal auch mehrere kleine, rundliche Kerne, von einer rundlichen Protoplasmamasse umgeben, die sich, gegen das proximale Ende zu immer dünner werdend, schließlich fadenförmig auszieht. Die Kolben-Zellen werden von einer dicken Hülle schraubig gedrehter Fasern umgeben.

Über ihre Bedeutung sind die verschiedensten Ansichten ausgesprochen worden. Sie wurden als Talg-Drüsen (F. E. Schultze), als schleimabsondernde Drüsen (Kölliker), nach verschiedenen anderen Beobachtungen aber insbesondere



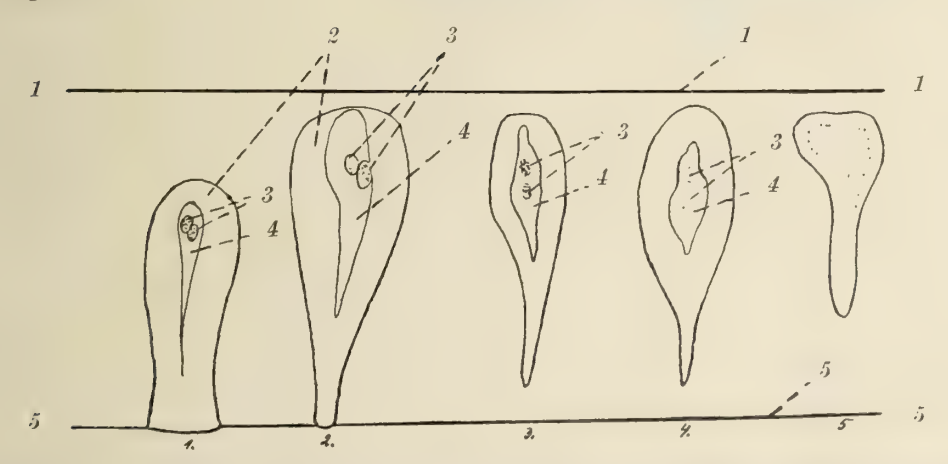
Figur 138. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *kolbenförmige Zelle aus der Haut.* (Nach Pogojeff)

Figur 139. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): Auftreten des *Plasmastranges,* Entstehung *des granulierten Sekretes* und der mit azidophilem Sekret angefüllten *Vakuole* in dem Kolben. (*1*) Kern; (*2*) Plasmastrang; (*3*) Sekret; (*4*) basale Membran. (Nach von Lengerken)



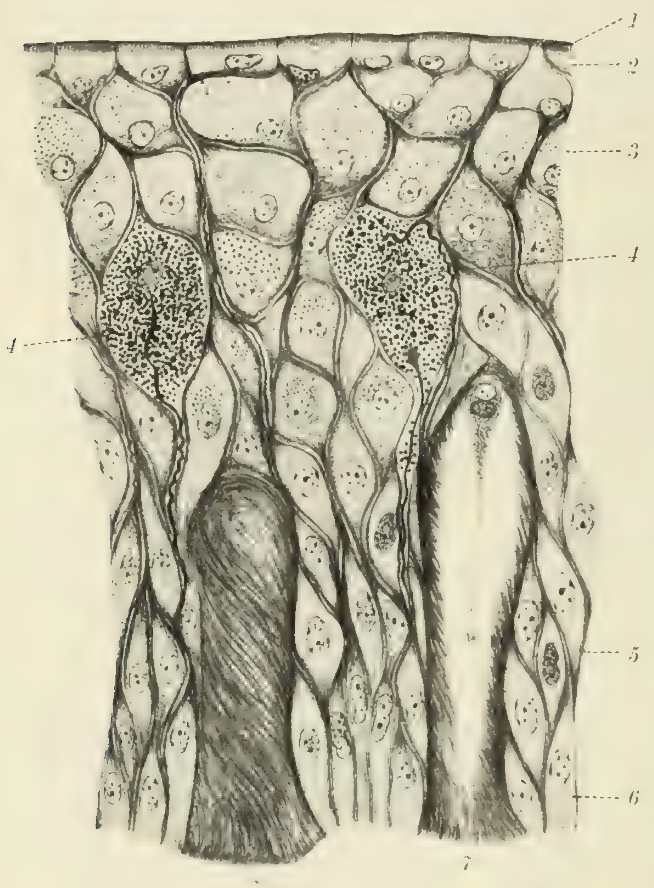
Figur 140. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Sekretanlage und Schichtung des Plasmas in den Kolben.* (*1*) Schichtungslinie; (*2*) Sekret); (*3*) Kern; (*4*) obere Grenze der Epidermis. (Nach von Lengerken)

Figur 138.



Figur 141. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): schematische Darstellung *der Loslösung des Kolbens von der Basalmembran, der Reduktion der Kerne* und *der Lage der Sekretvakuole* in den Kolben. (*1*) obere Grenze des Epiderms; (*2*) Plasma; (*3*) Kern; (*4*) Sekret; (*5*) Basalmembran. (Nach von Lengerken)

als Sinnes-Zellen, und zwar als Endigungen von Tastnerven (Max Schultze, Pogojeff) gedeutet. Einwandfrei gelöst ist diese Streitfrage auch jetzt noch nicht. Pogojeff, der die Kolben-Zellen besonders eingehend studiert hat, erwähnt, daß feine, fadenartige Gebilde (Nervenfasern?) sich, allerdings selten, weit über das proximale Ende verfolgen ließen, ohne jedoch zweifellos einen Zusammenhang mit Nerven erkennen zu lassen. Nach seiner Meinung sind die Kerne im Inneren der Kolben-Zellen selber von Zellen umgeben, so daß wir es hier also nicht mit einer einzigen Zelle, sondern einer sehr komplizierten Vereinigung von Zellen zu tun hätten.



Figur 142. Cyclostoma. *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Epidermis*. (*1*) kutikularer Saum; (*2*) Deck-Zellen; (*3*) verschleimte Zellen; (*4*) Körner-Zellen; (*5*) Spindel-Zellen; (*6*) Zylinder-Zellen; (*7*) Kolben-Zellen. (Nach Krause)

Auch über die von Kölliker entdeckten Körner-Zellen sind verschiedene Ansichten geäußert worden. Sie wurden insbesondere als Drüsen- oder Nerven-Zellen bezeichnet. Diese Zellen liegen in den mittleren oder äußeren Teilen der Epidermis, also in der Spindel- und Polyeder-Schicht, sind von rundlicher oder birnförmiger Gestalt, mit einer aus Epithelfasern gebildeten, in einen oder mehrere lange Zipfel ausgezogenen Außenschicht umgeben, im Inneren mit einer sehr großen Menge runder, azidophiler Körner erfüllt, die den in der Mitte liegenden kleinen Kern oft ganz verdecken. In die Fortsätze der Körner-Zellen, die proximalwärts in die Interzellularlücken hineinziehen, treten (nach Krauses Beobachtungen) gerade, nicht geschlängelte Fasern bis in den Zellkörper ein, wo sie mit einem kleinen, blassen Endteil endigen. Manchmal durchsetzen sie auch den Zellkörper und enden dicht unter den Deck-Zellen. Ein sicherer Zusammenhang mit Nervenfasern konnte bis jetzt auch hier noch nicht nachgewiesen werden. Nach Loewenthal dringen 1 bis 3 Fortsätze in die Körner-Zellen ein, die sich bis zur granulierten Zone der Zelle verfolgen lassen. In günstigen Fällen kann man im Endteil des Fortsatzes noch eine spindelförmige Erweiterung und einen feingeschlängelten Faden (also eine Art Endfaden-Apparat) unterscheiden, die den granulierten Zellanteil durchziehen. An den Kernen der Körner-Zellen kann man amitotische Teilungen und Abschnürungen wahrnehmen.

Die Epidermis *der Neunaugen* zeigt insbesondere auf dem Kopfe eine große Anzahl von Vertiefungen, die in bestimmter Anordnung zu finden sind und als Grübchen bezeichnet wurden. Es sind Hautsinnesknospen (siehe Sinnes-Organe).

Die an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden dicke Kutis besteht hauptsächlich aus kollagenen, in Bündeln vereinigten, meist zirkulär, hier und da auch spiralig verlaufenden Fasern und daneben aus feinen, dünnen, »elastischen Fasern«, die in einer dünnen Schicht die Kutis auch gegen das subkutane Bindegewebe abschließen und aus dieser senkrecht zur Oberfläche die Kutis durchsetzende, baumförmig verzweigte Fäserchen abgeben.

Die Kutis ist frei von Blutgefäßen, wird aber von zahlreichen Nerven durchsetzt; außerdem enthält sie in ihrem äußeren Teil verästelte Pigment-Zellen.

Die Hauptpigmentschicht liegt an der Grenze der Kutis gegen das subkutane Bindegewebe und bildet eine mehrfache Lage verästelter Pigment-Zellen.

Auch das subkutane Bindegewebe besteht aus kollagenen, netzförmig sich durchflechtenden Fasern, zwischen denen sehr große, reich mit Fett-Zellen gefüllte Hohlräume vorhanden sind. Es geht ohne besondere Begrenzung in die bindegewebigen Myosepten über.

Skelett

Am Skelett der Cyclostoma sind 2 Hauptteile deutlich zu unterscheiden, obwohl sie ohne Trennung miteinander verbunden sind: (1) das Schädel-Skelett und (2) das Rumpf-Skelett.

Skelettgewebe

Nach Parker sind 4 Arten von Skelett-Gewebe bei *den Myxiniden* vorhanden, und zwar:

(1) ein weicher, farbloser Knorpel mit nur geringen interzellulären Ablagerungen, der an gewissen Stellen unmerklich, an anderen plötzlich in harten Knorpel (2) übergeht;

(2) durch besondere Ablagerungen in diesen weichen Knorpel bildet sich ein sehr fester, gelblicher oder grünlicher Knorpel, der nur bei *den Cyclostomen* vorkommt, der harte Knorpel;

(3) ein schwammiges, elastisches, mit großen Vakuolen erfülltes Gewebe, das etwas dichter als das der Chorda ist, und

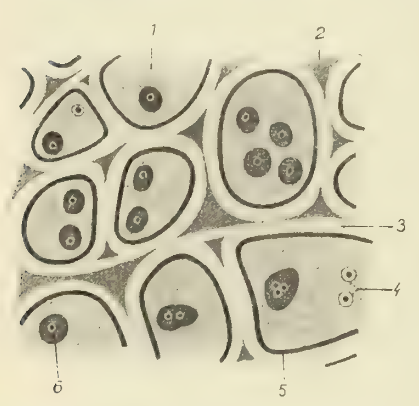
(4) ein weißes, fibröses, oft außerordentlich kompaktes und starkes Gewebe, das Parker fibrösen Knorpel (fibro-cartilage) nennt.

Bei *den Petromyzoniden* kommen in der Hauptsache nur die beiden ersten Arten, also der harte grünliche und der weiche farblose, wirkliche Knorpel vor. Er ist (nach der Ansicht Parkers) der dichteste hyaline Knorpel bei *Wirbeltieren überhaupt*. Vakuoläres Gewebe findet sich bei *den Petromyzoniden* nur im Notochord, dessen Scheide so wie bei *den Myxiniden*, ein festes Netz von weißem Bindegewebe ist. Nahezu der gesamte Knorpel *der Myxiniden*, mit Ausnahme der Kaudal-Region, gehört dem Schädel an, während er bei *den Petromyzoniden* auch in der Körper-Region bei der Bildung größerer Teile des Skeletts beteiligt ist (siehe dort).

Nach Schaffer ist der gesamte Knorpel weiß und ungefärbt, doch ist der harte mehr undurchsichtig, opak. Die von verschiedenen Autoren erwähnte Rotfärbung des harten Knorpels ist nach seiner Meinung eine Folge von Konservierung in Alkohol. Der harte Knorpel, der eine mittlere, eine äußere und eine oberflächliche, aus sehr flachen Zellen bestehende Zone unterscheiden läßt, besteht aus einer Anzahl

von Verbänden, von denen jeder aus einer Knorpel-Zelle, einer Zellkapsel und einem Ring von sekundärer Grundsubstanz (Zell-Hof nach Schaffer) besteht. Diese Verbände sind durch Kittsubstanz gegenseitig zusammengehalten, die in verschiedenen Gebieten allerdings verschieden auftritt. Im Palatinum liegt zum Beispiel ein vollständiger Ring um jeden Verband, während im mittleren Segment der basalen Platte diese Ringe sehr unvollständig sind.

Bei *den Petromyzoniden* bildet die Interzellularsubstanz (nach Schaffer) ein kontinuierliches Netzwerk, das eine Trennung in Verbände nicht ermöglicht und der Zementsubstanz des harten Knorpels entspricht. Es ergibt sich also dadurch eine morphische Unterscheidung zwischen den beiden Knorpel-Arten, die allerdings bei *Myxine* Linnaeus nur teilweise möglich ist, da sich dort beim weichen Knorpel an verschiedenen Stellen auch eine sekundäre Grundsubstanz vorfindet.



Figur 143. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitt durch den harten (braunen) Knorpel aus dem mittleren Segment der Basalplatte.* (*1*) Knorpel-Zelle; (*2*) »Zementsubstanz« des harten Knorpels; (*3*) sekundäre Grundsubstanz des harten Knorpels; (*4*) Zentrosomen der Knorpel-Zellen; (*5*) Kapsel der Knorpel-Zelle; (*6*) Kern der Knorpel-Zelle. (Nach Cole)

Der harte Knorpel *der Cyclostoma* ist (nach der Meinung Coles) zweifellos dem hyalinen Knorpel *anderer Tiere* gleichzustellen. Nach Studničkas und Coles Untersuchungen zeigt der Knorpel der Schwanz-Region und des Kiemen-Skeletts eine Mittelstellung zwischen den beiden vorerwähnten Knorpel-Arten.

Cole unterscheidet 2 Arten von Knorpel-Gewebe bei *Myxine* Linnaeus, von denen jede wieder je eine harte und eine weiche Abart besitzt, und zwar (1) den eigentlichen Knorpel (Cartilago) und (2) den Pseudoknorpel (Pseudocartilago, Vorknorpel nach Studnička, blasiges Stütz-Gewebe nach Schaffer).

Die Knorpel-Zellen des bereits beschriebenen harten Knorpels bestehen aus einem sehr feinen, granulären Reticulum, in das ein runder oder ovaler Kern eingebettet ist. Der weiche Knorpel geht an vielen Stellen ganz unmerklich in den harten Knorpel über, an anderen wieder ähnelt er sehr der Struktur des harten Vorknorpels und nimmt somit eine verbindende Übergangsstelle zwischen beiden ein. Wie schon erwähnt, liegt der wesentliche Unterschied zwischen dem harten und weichen Knorpel, die wir als Abkömmlinge eines und desselben »Vorfahrengewebes« bezeichnen können, in der großen Reduktion und in der Beschaffenheit der Grundsubstanz, die ein zusammenhängendes, homogenes, meist faserig aussehendes Netzwerk bildet. Zellen und Kerne des weichen Knorpels gleichen vollständig denen des harten.

Der harte Pseudoknorpel (der mit dem fibrösen Knorpel Parkers identisch ist) besteht in seinen Randteilen aus einer einfachen Palisade von vertikal zur Oberfläche stehenden länglichen Räumen, sowie ähnlichen, jedoch unregelmäßig begrenzten im Inneren, die durch steife Faserstränge voneinander geschieden werden. Jeder dieser Randräume und die meisten Innenräume sind durch außerordentlich feine Trennungselemente in eine Anzahl von »Alveolen« geteilt, von denen jede eine Zelle mit glasigem, durchsichtigem Zell-Leib und grobgranulierten

Kernen enthält. In den zentralen Alveolen sind die Kerne größer und haben unregelmäßige Gestalt (Figur 144).

Der weiche Pseudoknorpel hat im wesentlichen dieselbe Struktur wie der harte, mit dem Unterschied, daß die interzellularen Gebilde meist viel schwächer sind (daher seine weichere Beschaffenheit), die Räume alle kleiner und unregelmäßig (da die regelmäßigen Randräume fehlen), die fibrillären Septen weicher sind und sich unregelmäßig im Gewebe verzweigen und schließlich, daß die Kerne weniger grob granuliert sind.

Das Skelett, insbesondere das Schädel-Skelett *der beiden Gruppen*, ist in den Einzelheiten so sehr voneinander verschieden, daß es getrennt beschrieben werden muß, — das *der Myxiniden*, das die Grundlage für das Verständnis der 2ten Gruppe ergibt und das primitivere genannt werden kann, zuerst.

Schädel-Skelett, Myxiniden

Schädel-Skelett der Myxiniden. — Dicht an das Vorderende *der Myxiniden-Chorda* schließt der im Verhältnis zum gesamten Schädel nur sehr kurze, aus harter Knorpelmasse bestehende parachordale Knorpel (Basis cranii) an, der als ein oben, bis auf eine schmale Brücke in seinem vordersten Teil (Parker beschreibt diese nicht), spaltenförmig offener Ring dieses konische Ende umgibt. Seitlich geht er über in die beiden erbsen-, bohnen- oder nierenförmigen Gehörkapseln, deren Längsachsen leicht geneigt von vorn auswärts nach hinten einwärts liegen, also nach hinten zu konvergieren. An dem nach innen gerichteten Teil ihrer Oberseite finden sich die Foramina für die Äste des Hörnerven. Die beiden oberen Teile des Parachordalknorpels reichen ein wenig hinter diese Gehörkapseln nach hinten, ohne dort Kondylen zu bilden. An seinem Vorderteil geht der Parachordalknorpel auf jeder Körperseite in einen langgezogenen stab- oder rutenartigen Knorpel über. Diese beiden vorderen Fortsätze werden Kranialtrabekel (trabeculae craniales) genannt. Die beiden Trabekel umschließen eine längsovale Öffnung, die Fontanella basicranialis, die den Grund der Hirnhöhle bildet und zum großen Teil mit fibrösem Bindegewebe erfüllt ist. Es ist die Dura mater (Endocranium, siehe Gehirnhüllen), die mit ihrem hinteren Teil auf der Oberseite des Parachordalknorpels auflagert, mit dem größten Teil ihrer Länge zwischen den Trabekeln liegt, die also außerhalb von ihr dahinziehen und sich erst an ihrem Vorderende unterhalb der Nasenkapsel mit ihr wieder vereinigen. Dieser vordere Teil der Trabekel wird als Palatinalknorpel besonders bezeichnet, das vordere Mittelstück, das dieses Palatinum der beiden Seiten miteinander vereinigt, als Ethmoidknorpel (Ethmoideum). Dieser Knorpel trägt auch den Ethmoidzahn.



Figur 144. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Teil eines Querschnittes durch den harten Pseudoknorpel des hinteren Basalplatten-Segmentes.* (Dasselbe Tier wie in Figur 143, jedoch viel geringere Vergrößerung.) Der obere Rand ist der dorsale, konkave, der untere der ventrale, konvexe Rand des Knorpels. (Nach Cole)

Innerhalb der großen basikranialen Fontanelle liegt, einen unvollkommenen Abschluß für sie bildend, im Bindegewebe in der Mittellinie des Fontanellenovals ein stabförmiger Knorpel, der sich hinten löffelartig verbreitert. Der hinterste Teil dieses Löffels ist etwas ausgezogen und besitzt eine kleine Öffnung. Es ist

die hintere Intertrabekel (Intertrabecula posterior). Bei *Bdellostoma* Johannes Müller ist sie im wesentlichen gleich, nur ist der vorderste Teil des Längsstabes dort kolbig verdickt und der Löffelteil geht hinten in einen kurz-schlägelartigen Endteil aus, während zu beiden Seiten seines Vorderteiles 2 kleine, dornartige Verlängerungen vorhanden sind. Die hintere Intertrabekel ist aus weichem Knorpel gebildet. Vom Vorderende jedes Palatinums geht ein sehr charakteristisch gekrümmter Knorpel aus, der Cornu praepalatinum genannt wird. Er ist nach außen und vorn gebogen und zieht sich vorn in eine Spitze aus, erinnert also wirklich zusammen mit dem der Gegenseite an das Gehörn eines Rindes. In der Mittellinie des Kopfes erstreckt sich zwischen ihnen ein langer, gerader, knorpeliger Stab nach vorn, die vordere Intertrabekel (Intertrabecula anterior), deren Ursprung die dorsale Seite des Vorderendes der Fontanelle und die Mitte der Vorderfront des Ethmoideums ist. Dieser Stab, der an seinem Hinterende stark verbreitert ist und auch vorn eine leichte, stößelartige Verdickung hat, ist der Träger der langen Röhre, die den Nasengang (Ductus nasalis) bildet und aus transversalen Knorpelringen besteht, die entweder regelmäßig angeordnet und in der Mitte der Unterseite etwas nach vorn ausgeknickt sind, wie bei *der Gattung Myxine* Linnaeus, oder unregelmäßig, manchmal durch kurze Knorpelspangen mit dem nächstfolgenden Ring verbunden, wie bei *Bdellostoma* Johannes Müller. Das vorderste Stück ist mehr oder weniger modifiziert (bei *Myxine* Linnaeus trägt es einen stachelartigen Fortsatz). Der hinterste Teil dieser Röhre, der im Gegensatz zu dem eben beschriebenen, weitaus längerem vorderen, dem äußeren Nasengang, die äußere Umkleidung des eigentlichen Geruchs-Organes, die Nasenkapsel bildet, wird von einem bedeutend breiteren Knorpelstück gebildet, das durch enge Längsschlitze gitterartig durchbrochen ist. Er leitet teils zum Geruchs-Organ, teils zum Gaumen über, in dessen Höhlung er eine freie Öffnung hat.

Von der rechten Seite gesehen.

Figur 145. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Anatomie des vorderen Teiles des Körpers.* (*1*) Nasalbarteln; (*2*) äußere Nasaltube (Nasen-Röhre); (*3*) Nasen-Kapsel; (*4*) Endocranium (Dura mater); (*5*) Ohr-Kapsel; (*6*) Spinalnerv; (*7*) Chorda; (*8*) Theca verticalis; (*9*) Pharynx; (*10*) Kiemen-Tasche; (*11*) Ductus oesophago-cutaneus; (*12*) Rückenmark; (*13*) Ösophagus; (*14*) Herz; (*15*) linke, (*16*) rechte Kiemen-Öffnung; (*17*) hinteres (2tes) Basibranchiale; (*18*) Zungen-Muskeln; (*19*) vorderes (1tes) Basibranchiale; (*20*) Ceratohyale; (*21*) Supralingualknorpel; (*22*) Basihyale; (*23*) Oralbarteln; (*24*) Präpalatinalknorpel. (Nach Parker)

Jederseits vom Vorderende der vorderen Intertrabekel und der Vorderöffnung des Ductus nasalis finden sich 2 Paar kurzer, gleichfalls leicht gekrümmter, in eine vordere Spitze endigender Knorpelspangen. Es sind die Stützen der nasalen Barteln (Tentakeln, Nasalpapillen). Bei *Bdellostoma* Johannes Müller sind diese Barteln in einer ziemlich komplizierten Weise verändert, indem die beiden vorderen, die eigentlichen Nasalbarteln, durch eine starke, unter der Spitze des vorderen Intertrabekels querüberziehende Kommissur miteinander verbunden sind, während das 2te Paar, die 2ten Nasal- oder die Oral-Barteln, sich an die ersten an deren Ansatzstelle an diese Querverbindung anheften.

Wir sehen also am Schädel *der Myxiniden* 3 hintereinander gelagerte Abschnitte charakterisiert. Es sind, von vorn nach hinten gerechnet, die folgenden:

(1) die Region des vorderen Intertrabekels,
(2) die Region des hinteren Intertrabekels und
(3) die Region des Parachordalknorpels.

Nach den in diesen Regionen befindlichen Sinnes-Organen kann man sie auch als Regio naso-rostralis, Regio ocularis und Regio otica bezeichnen.

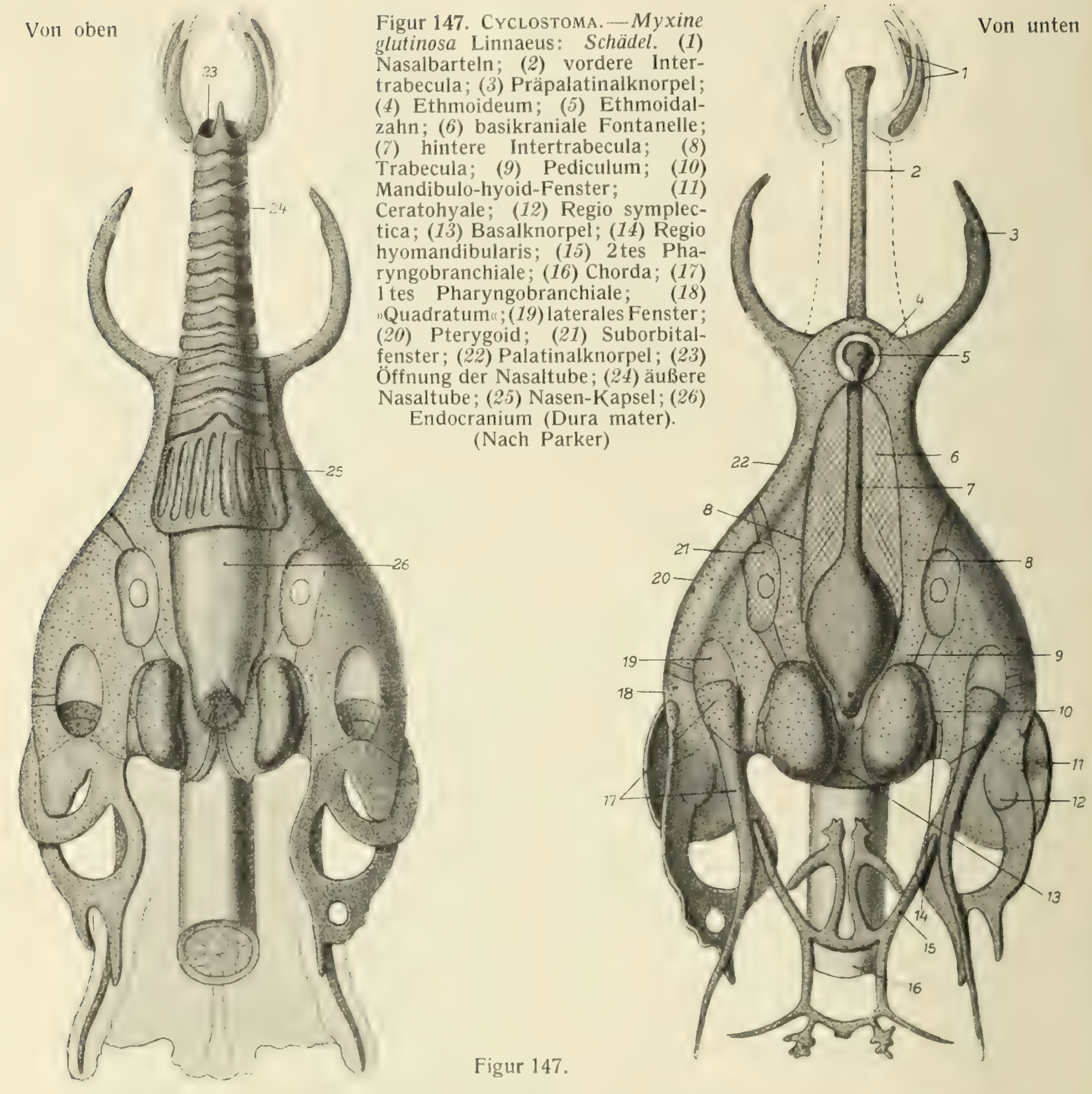
Von oben



Figur 146. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *nasales Skelett.* (*1 bis 11*) Nasalringe; (*12*) Nasen-Kapsel; (*13*) hinterer, (*14*) vorderer Transversalstab der Nasen-Kapsel; (*15*) Nasaltube. (Nach Cole)

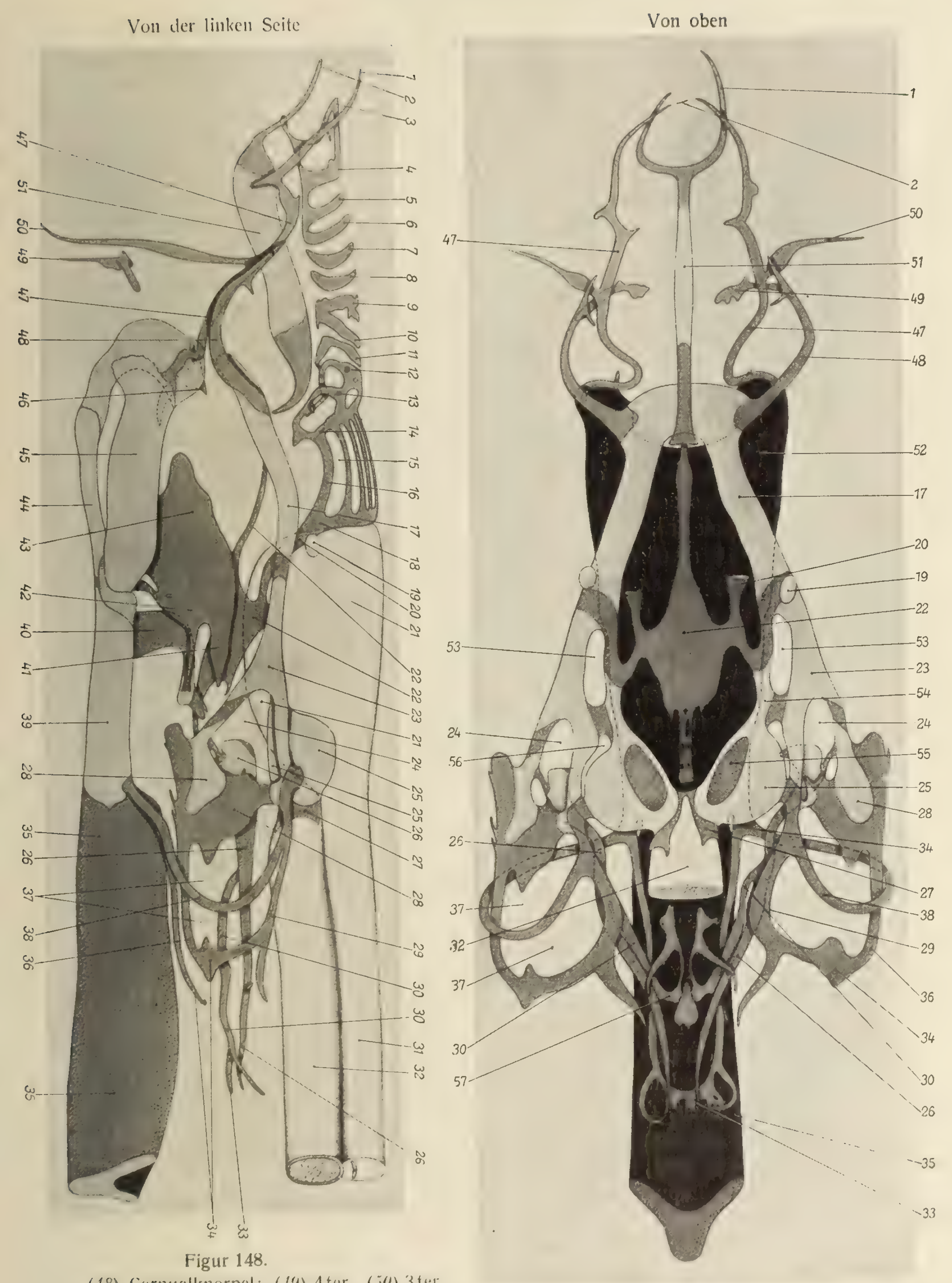
Wenn man das Schädel-Skelett *eines Myxiniden* von der Seite betrachtet, so sieht man in seinem hinteren und mittleren Teil (2te und 3te Region) eine Anzahl von Fenstern, die durch harte und weiche Knorpel voneinander getrennt sind. Dicht unter der Gehörkapsel liegt ein kleines, rundlichovales Fenster, das Mandibulo-hyoid-Fenster (Fenestra mandibulo-hyoidea). In gleicher Höhe vor ihm, etwa halbwegs zwischen dem Vorderende der Gehörkapsel und dem hinteren Abschluß der Nasenkapsel, findet sich eine andere, an Größe *je nach den Gattungen* 2-fach bis 3-fach größere, gleichfalls aber mehr länglich-ovale Öffnung, das Suborbitalfenster (Fenestra suborbitalis), das gegen die Körpermitte zu an den Außenrand der Trabeculae craniales anschließt, während es gegen den Körperrand zu von einem harten Knorpel, dem Pterygoideum, begrenzt wird. 2 weitere Fenster liegen unterhalb dieser beiden, und zwar die beiden lateralen Fenster (Fenestrae laterales). Sie gehören beide der hintersten, 3ten Kopf-Region an, und zwar liegt das vordere laterale Fenster (Fenestra lateralis anterior) unterhalb der Fenestra mandibulo-hyoidea, während das hintere laterale Fenster (Fenestra lateralis posterior), die weitaus größte und kompliziertest geformte von allen 4 eben erwähnten Höhlungen, unterhalb des vordersten Chordateiles, etwa in der Mitte der Körperhöhe gelagert ist. Das vordere Lateralfenster ist bei *Myxine* Linnaeus gleichfalls oval, während es bei *Bdellostoma* Johannes Müller herzförmig ist, da dort ein runder Knorpelfortsatz in seinen Hinterrand hineinwächst.

An der Begrenzung der einzelnen Öffnungen nehmen außer den bereits genannten Knorpelstücken noch folgende Elemente teil: der Vorderrand des Mandibulo-hyoid-Fensters wird durch einen kleinen, weichen Knorpel begrenzt, den Stielknorpel (Pediculum), während seinen Hinterrand ein gleichfalls aus



Figur 147. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schädel.* (*1*) Nasalbarteln; (*2*) vordere Intertrabecula; (*3*) Präpalatinalknorpel; (*4*) Ethmoideum; (*5*) Ethmoidalzahn; (*6*) basikraniale Fontanelle; (*7*) hintere Intertrabecula; (*8*) Trabecula; (*9*) Pediculum; (*10*) Mandibulo-hyoid-Fenster; (*11*) Ceratohyale; (*12*) Regio symplectica; (*13*) Basalknorpel; (*14*) Regio hyomandibularis; (*15*) 2tes Pharyngobranchiale; (*16*) Chorda; (*17*) 1tes Pharyngobranchiale; (*18*) »Quadratum«; (*19*) laterales Fenster; (*20*) Pterygoid; (*21*) Suborbitalfenster; (*22*) Palatinalknorpel; (*23*) Öffnung der Nasaltube; (*24*) äußere Nasaltube; (*25*) Nasen-Kapsel; (*26*) Endocranium (Dura mater). (Nach Parker)

Figur 148. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rekonstruktion des Schädel-Skeletts aus Serienschnitten.* Harter Knorpel licht, weicher Knorpel dunkel, harter Pseudoknorpel dunkel punktiert, weicher Pseudoknorpel ungefärbt und schräg gestrichelt. In dem rechten Bilde (Ansicht von oben) sind die Branchialbogen der größeren Übersichtlichkeit halber auseinandergebogen, die Nasaltube und Nasalkapsel sind entfernt und das dentale Skelett ist nicht eingetragen. Der Tentakular-Apparat ist in Perspektive sichtbar, die vordere pseudoknorpelige Spitze der Basalplatte ausgelassen. (*1*) 1ter, (*2*) 2ter Tentakel-Knorpel; (*3 bis 13*) 1ter bis 11ter Ring der Nasaltube; (*14*) vorderer Transversalstab der Nasen-Kapsel; (*15*) Nasen-Kapsel; (*16*) Seitenplatte der Nasen-Kapsel; (*17*) »Palatinal«-Spange; (*18*) hinterer Transversalstab der Nasen-Kapsel; (*19*) Auge; (*20*) Verbindungsspange der Hypophysialplatte mit dem hinteren Transversalstabe der Nasen-Kapsel; (*21*) membranöses Cranium; (*22*) Hypophysialplatte; (*23*) Pterygoquadratum; (*24*) 3tes Schädel-Fenster; (*25*) Gehör-Kapsel; (*26*) äußerer lateraler Velarstab; (*27*) Parachordalknorpel; (*28*) »Hyoid«bogen; (*29*) oberer Lateralknorpel; (*30*) innere laterale Velarspange; (*31*) membranöses Neuralrohr; (*32*) Chorda; (*33*) hintere transversale Velarspange; (*34*) 2ter, aus getrenntem oberem und unterem Abschnitt bestehender Branchialbogen (Kiemen-Bogen); (*35*) hinteres Segment der Basalplatte; (*36*) unterer Lateralknorpel; (*37*) 4tes Schädel-Fenster; (*38*) 1ter »Branchial«bogen; (*39*) mittleres Segment der Basalplatte; (*40*) hinterer Bogen der Dentalplatte; (*41*) hinterer äußerer, (*42*) hinterer innerer Fortsatz des vorderen Bogens der Dentalplatte; (*43*) vorderer Bogen der Dentalplatte; (*44*) Innenspange; (*45*) Außenspange des vorderen Segmentes der Basalplatte; (*46*) mittlerer Dorsalzahn; (*47*) lateraler Lippen-Knorpel;



Figur 148.
(*48*) Cornualknorpel; (*49*) 4ter, (*50*) 3ter Tentakel; (*51*) Subnasalspange; (*52*) vorderes Segment der Basalplatte; (*53*) 1tes Schädel-Fenster; (*54*) Trabecula; (*55*) Gehör-Foramen (Ohr-Öffnung); (*56*) 2tes Schädel-Fenster; (*57*) vorderer transversaler Velarstab. (Nach Cole)

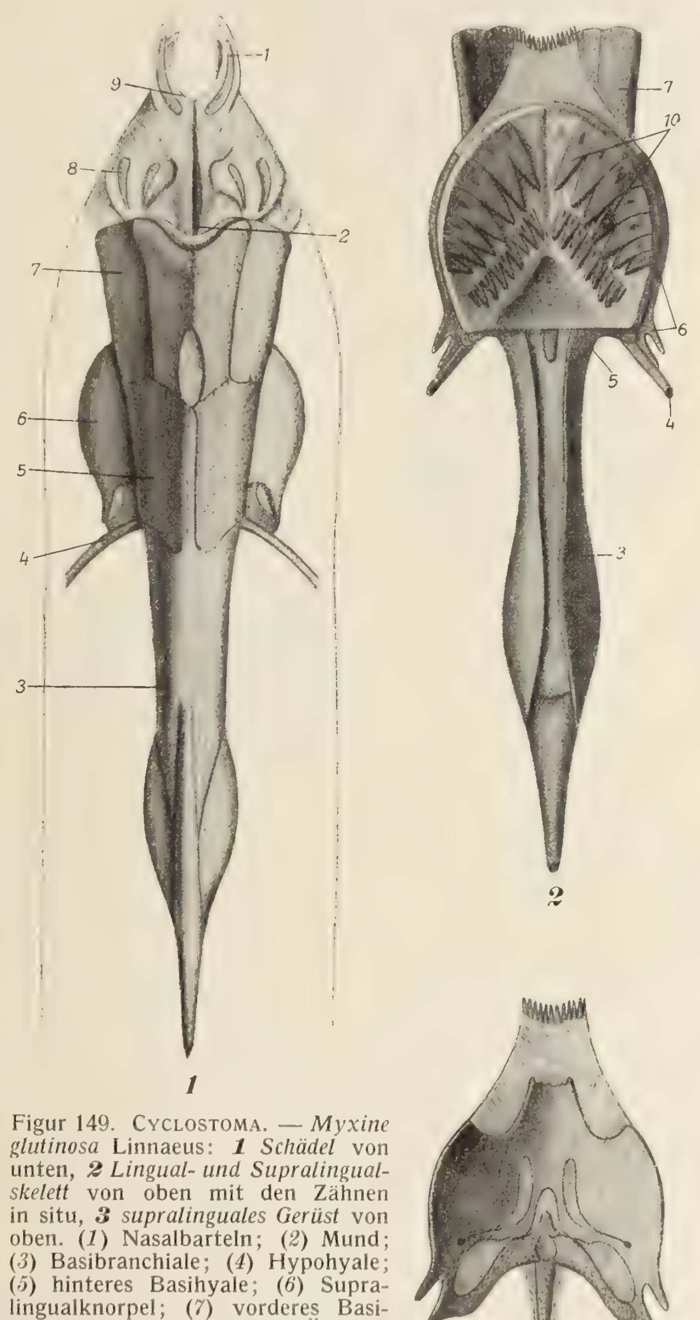
farblosem, weichem Knorpel bestehendes Stück, das Hyomandibulare, bildet. Pediculum und Hyomandibulare sind in Verbindung mit dem Parachordalknorpel. Unter der Fenestra subocularis und der Fenestra mandibulo-hyoidea zieht zwischen ihnen und dem vorderen Lateralfenster eine dicke Spange aus hartem Knorpel vom Pterygoideum nach hinten. Die Außenseite des vorderen Lateralfensters wird hinter dem Pterygoideum durch eine breite Platte von harten Knorpeln begrenzt, die der Region des Quadratums entspricht und auch als Quadratum bezeichnet werden kann. Hinter ihr folgt ein weicher Knorpel, der die Region des Symplecticums (Regio symplectica), den hinteren Rand des vorderen Lateralfensters, bildet und hinter dem harten Mandibulo-hyoideum in einen anderen, weichen Knorpel, das Interhyale oder Interhyoideum, und das seine Fortsetzung bildende Epihyale (Epihyoideum) übergeht, dem sich hinten der Beginn des 1ten Epibranchiale anschließt, von dem später noch gesprochen werden soll. Nach Parker entspricht der hintere Teil des Hyomandibulare dem Processus opercularis bei *den Knochenfischen.*

Der Regio symplectica gehört auch der runde Lappen an, den der weiche Knorpel in das hintere Lateralfenster entsendet, der, wie schon erwähnt, die hintere Begrenzung des vorderen Lateralfensters bildet.

Das Epihyale entsendet 2 weiche Knorpelbogen gegen die Seite des Körpers, von denen der 1te als Ceratohyale (Ceratohyoideum), dessen unterer, mehr auswärts gelegener Teil Hypohyale (Hypohyoideum) genannt wird, sich nach auswärts und abwärts biegt und an einen harten Knorpel, das Basihyale (Basihyoideum) anschließt, während der hintere, das schon genannte 1te Epibranchiale, das sich an die Regio symplectica anschließt und die hintere Begrenzung der Fenestra lateralis posterior bildet, abwärts und vorwärts zieht. Es stellt also mit dem gleichfalls schon erwähnten Teil der Regio symplectica die Umgebung des hinteren lateralen Fensters dar.

Dieser Hyoidbogen zieht demnach über die Fenestra lateralis posterior und teilt sie in gewisser Beziehung dadurch in einen vorderen und einen hinteren Teil. Bei *Bdellostoma* Johannes Müller ist dicht hinter dem harten Basihyalknorpel das hypohyale Ende des absteigenden Hyoideums mit dem harten und weichen Knorpel in Verbindung und hinter ihm in seiner Achsel entspringt das 1te Ceratohyale (Ceratohyoideum), das bei *Myxine* Linnaeus verkümmert ist. Auf der Innenseite des Hyoidbogens (Interhyale, Epihyale) der Regio symplectica liegt bei beiden Gruppen, ohne sich direkt in sie fortzusetzen, ein langer Knorpelstab, das 1te Pharyngobranchiale. Er nimmt, mit seinem harten Vorderteil dicht angeschlossen an den Innenrand des Quadratums, den hinteren Teil der Fenestra lateralis anterior ein und reicht mit seinem weichen, spitz zugehenden Hinterende hinter das Epibranchiale. Vom 2ten Pharyngobranchiale ist nur der obere Pharyngealteil entwickelt, der aus einem Paar leicht schräg gestellter, vorn dicker, hinten ziemlich schlanker Stäbe besteht, die in ihrer Mitte durch eine transversale Brücke verbunden sind. Von dieser Brücke entspringen 2 vorwärtsgerichtete, schmale, in breite Lappen endigende Stäbchen. Der letzte Abschnitt des dünnen Hinterteils des 2ten Pharyngobranchiale biegt stark auswärts. An dieser Biegungsstelle ist eine 2te transversale Verbindungsbrücke, die nach hinten 1 kleinen medianen und 2 lange, seitliche, viellappige Fortsätze aussendet. Bei *den Bdellostoma-Arten* ist das 2te Pharyngobranchiale in Verbindung mit dem 1ten. Außerdem sind

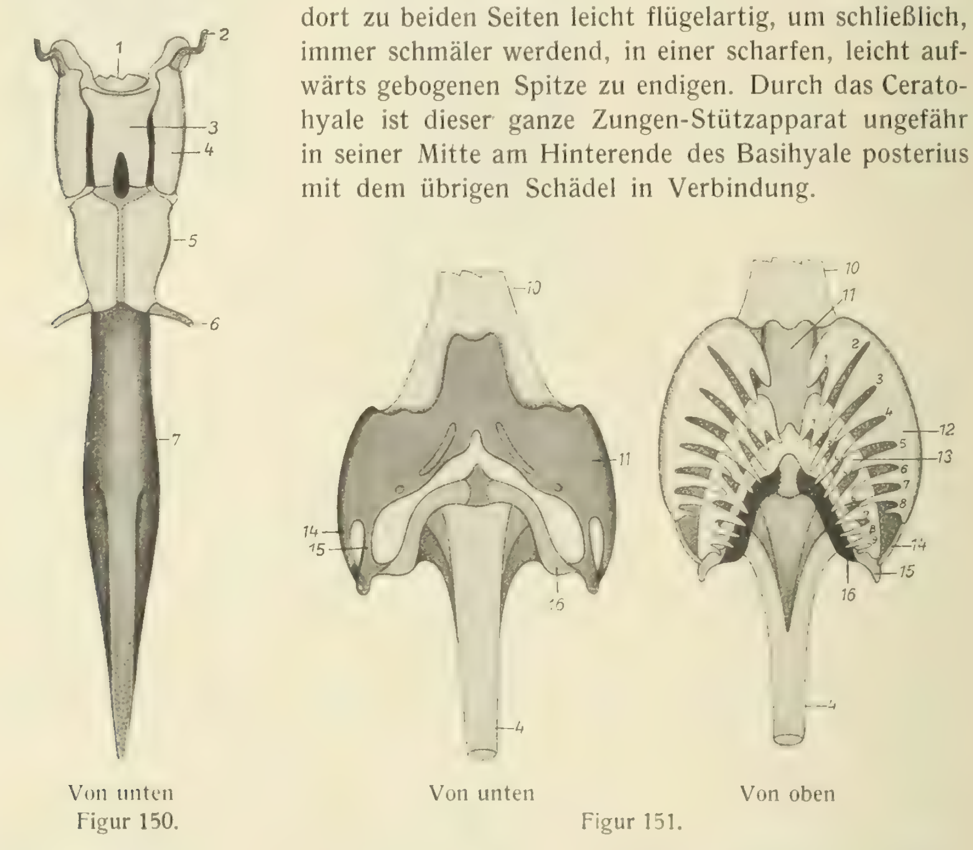
die von den beiden Querästen ausgehenden Lappen und Stäbchen gegenüber denen *der Myxine-Arten* etwas modifiziert, insbesondere die der hinteren Querbrücke, von denen hier nur in der Mitte ein Längsstäbchen ausgeht, das sich erst weiter hinten 2-mal gabelt. Bei *Myxine* Linnaeus sind die Äste des 1ten Epibranchiale an ihrer Basis vereinigt, so daß dadurch eine weitere kleine Öffnung gebildet wird. Wir haben also bei diesen Tieren auf der linken 4, auf der rechten Seite 5 Fenster.



Figur 149. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: ***1*** *Schädel* von unten, ***2*** *Lingual- und Supralingualskelett* von oben mit den Zähnen in situ, ***3*** *supralinguales Gerüst* von oben. (*1*) Nasalbarteln; (*2*) Mund; (*3*) Basibranchiale; (*4*) Hypohyale; (*5*) hinteres Basihyale; (*6*) Supralingualknorpel; (*7*) vorderes Basihyale; (*8*) Oralbarteln; (*9*) Öffnung der Nasaltube; (*10*) Supralingualzähne. (Nach Parker)

Entsprechend der großen Entwickelung der Zunge bei *den Myxiniden* ist auch die Ausbildung des Zungen-Stützapparates eine ganz bedeutende. Das Basihyale ist hier zu einem harten, 4-fach geteilten Knorpel entwickelt, indem es zunächst in seinem hinteren Abschnitt in 2 Teile, in seinem vorderen, davon getrennten Abschnitt in 4 Teile geteilt ist. Die beiden Hälften des hinteren 2-geteilten Abschnittes, das Basihyale posterius, schließen in der Mitte (in der Mittellinie der Unterseite des Körpers) nicht dicht aneinander, sondern lassen eine schmale Längsspalte zwischen sich. Das Basihyale anterius, der vordere Abschnitt, umgibt in seiner hinteren Hälfte ein in der Mittellinie liegendes, schmales, länglichovales Fenster. Im übrigen schließen jedoch seine einzelnen Teile dicht

aneinander. Bei *den Bdellostoma-Arten* sind auch die den beiden Körperseiten angehörenden Teile des vorderen Basihyale durch eine schmale Rinne von dichtem Bindegewebe getrennt. Ebenso stoßen vorderes und hinteres Basihyale nicht unmittelbar aneinander wie bei *Myxine* Linnaeus. An das Basihyale schließt hinten das lange, stielartige, unpaarige, in der Mittellinie gelegene Basibranchiale an, das auf seiner dorsal gerichteten Seite eine Längsgrube besitzt, aus sehr weichem, fibrös-knorpeligem Gewebe besteht, und etwa von der Mitte seiner Länge nach hinten auf der Unterseite gekielt ist. Zugleich verbreitert es sich dort zu beiden Seiten leicht flügelartig, um schließlich, immer schmäler werdend, in einer scharfen, leicht aufwärts gebogenen Spitze zu endigen. Durch das Ceratohyale ist dieser ganze Zungen-Stützapparat ungefähr in seiner Mitte am Hinterende des Basihyale posterius mit dem übrigen Schädel in Verbindung.



Von unten — Figur 150. Von unten — Von oben — Figur 151.

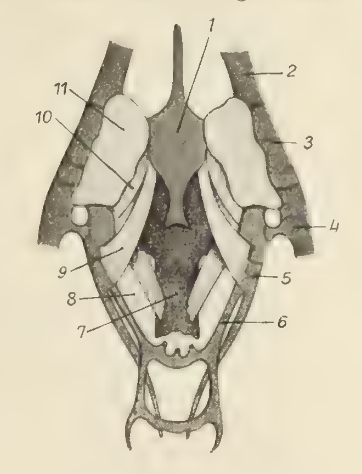
Figur 150. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Basalplatte*. (*1*) Sehne des Musculus copulo-glossus profundus; (*2*) seitlicher Lippen-Knorpel; (*3*) innerer, (*4*) äußerer Stab des vorderen Basalplatten-Segments; (*5*) mittleres Basalplatten-Segment; (*6*) 1 ter »Kiemen«-Bogen; (*7*) hinteres Basalplatten-Segment. (Nach Cole)

Figur 151. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Zähne und dentales Skelett*. Die einzelnen Teile sind zur besseren Übersichtlichkeit auseinandergefaltet, in der Ansicht von unten stärker. (*10*) Sehne des Musculus copulo-glossus profundus (= Sehne des Vorziehers der Dentalplatte); (*11*) vorderer Bogen der Dentalplatte; (*12*) äußere Reihe, (*13*) innere Reihe der ventralen Zähne; (*14*) hinterer äußerer, (*15*) hinterer innerer Fortsatz der Dentalplatte; (*16*) hinterer Bogen der Dentalplatte; (*4*) Sehne des Musculus longitudinalis linguae (= Sehne des Musculus retractor mandibuli nach Ayers & Worthington). Die kleinen Ziffern (*1* bis *8*) = (*12*) und (*1* bis *9*) = (*13*) in der rechten Figur bezeichnen die einzelnen Zähne. (Nach Cole)

Auf den beiden Basihyalia liegt der kräftig entwickelte Supralingual-Apparat, der auch die Zähne trägt. Der Supralingualknorpel, der ihm Stütze gibt, besteht aus hartem und weichem Knorpel und bildet ein charakteristisch geformtes »Supralingualgestell«, das von Parker mit einem Schurz verglichen wird, in dem sich Schlitze befinden und der kurze Bänder besitzt. Vorn endet er in einen hornigen

Kamm, der die Zähne trägt. Bei *beiden Gattungen der Myxiniden* ist der Hauptteil dieses Gestells, der eigentliche »Schurz«, etwa herzförmig und hat 3 kurze, bogenartige Anhänge, die »Schurzbänder«. Im einzelnen sind jedoch charakteristische Unterschiede zwischen den beiden Gattungen festzustellen. Die Zähne stehen auf einem Polster von fibrösem Gewebe in 2 Reihen, mit etwas mundeinwärts gerichteten Spitzen, sind sehr kräftig und bilden den Gegenapparat zu dem einzelnen, bereits erwähnten Ethmoidal-Zahn. Alle Zähne haben eine goldgelbe Farbe.

Hinter dem 1ten Basibranchiale, das noch vollständig in den Bereich des Mundes oder der Zunge einbezogen ist, liegt ein anderer, stabförmiger, vorn etwas dickerer Längsknorpel aus harter Knorpelsubstanz, der jedoch bloß etwa halb so groß wie der erstgenannte ist, das 2te Basibranchiale. Er stellt den einzigen wirklichen Skeletteil des Kiemenbereichs dar, das im übrigen nur membranöse Bildungen in Gestalt der Kiementaschen als eine Art von Stützsubstanz aufzuweisen hat.



Von unten

Figur 152. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Dach der Mundhöhle.* Zur Veranschaulichung des Skelettes und der Muskeln des Pharyngealvelums. Die Mucosa, der Musculus quadrato-palatinus und die beiden Köpfe des Musculus palato-coronarius sind entfernt. Der harte Knorpel ist dunkel, der weiche lichter dargestellt. (*1*) Hypophysialplatte; (*2*) Palatinalspange; (*3*) »Pterygo-quadratum«; (*4*) Hyoidbogen; (*5*) äußere, (*6*) innere laterale Velarspange; (*7*) Chorda; (*8*) Musculus velo-spinalis; (*9*) dorsaler; (*10*) mittlerer; (*11*) ventraler Teil des Musculus velo-quadratus. (Nach Cole)

Die Deutung der einzelnen Skelett-Teile hat im Lauf der Zeiten, wie dies einerseits bei einem so kleinen und schwer präparierbaren Objekt, andererseits aber auch bei der hochgradigen Verschmelzung seiner Skelett-Teile begreiflich, manchmal wohl aber auch durch Variabilität erklärbar ist (übrigens auch bei *den Petromyzoniden* nicht weniger als bei *den Myxiniden*), vielerlei Meinungsverschiedenheiten ergeben, die alle einzeln aufzuzählen viel zu weit führen würde. Das weitere Eingehen auf spezielle Fragen des Skeletts mag die zum Schlusse dieses Abschnittes beigefügte vergleichende Tabelle der Skelett-Namen ermöglichen, weiterhin soll die verschiedene Auffassung über die einzelnen Skelett-Teile *der Myxiniden*, die zwischen Cole und Parker, zweien der Hauptbearbeiter, herrschen, aus der Gegenüberstellung der betreffenden Abbildungen *des Myxiniden-Skeletts* (Figur 147 und 148) ersichtlich gemacht werden. Hier sei nur kurz das Wichtigste mitgeteilt, was Cole an Parkers Untersuchungen über *Myxine* Linnaeus bestreitet oder als Irrtum hinstellt.

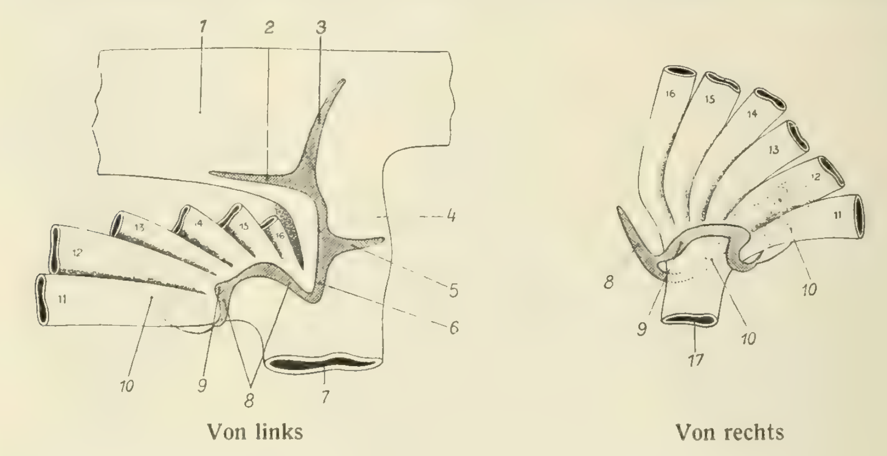
Zunächst entspricht (nach Coles Ansicht) die Verteilung des weichen und harten Knorpels in Parkers Darstellung vielfach nicht den Tatsachen. Die Unterschiede der Auffassung sind gleichfalls aus den nebeneinanderstehenden Figuren ersichtlich.

Bei dem aus weichem Knorpel bestehenden 2ten Branchialbogen stellt Cole eine auffallende Variabilität fest, darin bestehend, daß sein unterer Teil vollständig fehlen kann. Daraus erklärt es sich, daß Parker ihn nicht gefunden hat. Bezüglich der von Ayers & Jackson beschriebenen Verschmelzung des unteren Teiles

mit dem unteren Lateralknorpel spricht Cole die Ansicht aus, daß es sich auch hier um eine, und zwar wesentliche Variation in den Bauverhältnissen dieses Bogens gegenüber den von Müller und Parker beobachteten Tieren handeln müsse.

Entgegen den Angaben Parkers, der 3 nasale Barteln an der einen, 4 an der anderen Seite angibt, beschreibt Cole 2 kurze, spitze Tentakel an jeder Seite und dorsal vom Munde eine abgestutzte Lippe.

Nach Coles Beobachtungen ist ferner Anzahl und Form der das Nasenrohr bildenden Knorpelringe recht beträchtlichen Variationen unterworfen, wodurch sich wohl, wenigstens zum Teil, die Unterschiede bei den Darstellungen und Angaben der verschiedenen Autoren erklären lassen. Parker hat den 1ten Nasenring übersehen. Zwischen dem hinteren Transversalstab der Nasenkapsel und der Hypophysisplatte findet sich (nach Coles und Neumayers Beobachtungen)



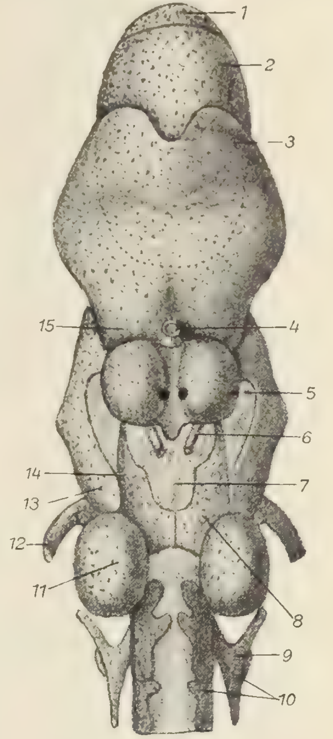
Figur 153. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Skelett des branchialen und des ösophagealen Ganges.* (*1*) Ösophagus; (*2, 3, 5, 6*) vordere Teile des Kiemen-Skeletts; (*4*) Ductus oesophago-cutaneus; (*7*) linke Kiemen-Öffnung; (*8, 9, 10*) Kiemenskelett-Teile des 2ten Abschnitts; (*17*) rechte Kiemen-Öffnung. Die ausführenden Kiemen-Gänge sind von vorn nach hinten mit kleinen Ziffern bezeichnet (*11* bis *16*). (Nach Cole)

eine von anderen Autoren nicht gesehene knorpelige Verbindung, die aus einem kleinen, zylindrischen Stäbchen besteht, das vom ventralen Rand des hinteren Transversalstabes abwärts und rückwärts an die erwähnte Platte zieht, dort, wo sie mit den Trabekeln verschmilzt.

Starke Irrtümer sind Parker (nach Coles Untersuchungen) bei der Darstellung des Tentakel-Skeletts von *Myxine* Linnaeus unterlaufen, da er (Figur 147) alle Tentakelknorpel lose, ohne Zusammenhang mit dem übrigen Skelett schilderte und zugleich die lateralen Labialia vergaß. Auch seine Beschreibung der betreffenden Verhältnisse von *Bdellostoma* Johannes Müller entspricht nicht ganz den Tatsachen. Cole zählt bei *Myxine* Linnaeus und *Bdellostoma* Johannes Müller 4 Tentakel auf jeder Seite auf, von denen nur der 4te ein loses Skelettstück besitzt, während das der 3 anderen durch Teile des inneren Netzwerkes verschmolzen ist. Der 1te Tentakel ist morphologisch als der 2te, der 2te als der 1te zu bezeichnen. Der 4te, lose Knorpel ist bei *Bdellostoma* Johannes Müller, nach Müllers Untersuchungen, durch Ligament mit der Basalplatte, nach den Beobachtungen von Ayers & Jackson auch mit der Basis des 3ten Tentakels in Verbindung. Die Angaben Parkers, daß auch bei *Myxine* Linnaeus, sowie bei *Bdellostoma* Johannes

Müller die 2 vorderen Segmente der Basalplatte aus 6 Stücken beständen, die alle miteinander durch weiche Knorpelstücke verbunden seien, ist irrig. Da er, wie schon erwähnt, die lateralen Labialknorpel gänzlich übersehen hat, so fehlt natürlich auch eine Darstellung ihrer Beziehungen zum vorderen Segment der Basalplatte bei *Bdellostoma* Johannes Müller.

Im Gegensatz zu Parkers Beschreibung des Velar- und Pharyngealklappen-Apparates, der den inneren lateralen Velarstab als unabhängig vom äußeren schildert, hat Cole auch bei *Myxine* Linnaeus immer eine Verschmelzung der beiden vorgefunden, so wie Parker das von *Bdellostoma* Johannes Müller beschrieben hat. Auch den von Cole als medianen Verbindungsfortsatz des Suprapharyngeal-Skeletts bezeichneten Knorpelteil hat Parker nicht gesehen. Als Skelett des »keulenförmigen Muskels« (siehe dort) beschreibt Cole 2 übereinander gelegene, am Hinterende des mit diesem Namen bezeichneten Muskelkomplexes befindliche Knorpelstäbe, von denen Parker nur den unteren schildert. Dieser liegt hinter dem Hinterende des Musculus copulo-copularis, während der obere eine breite, dorsoventral zusammengepreßte, hinten abgerundete, vorn zugespitzte Knorpelplatte darstellt, die im Gebiet des Musculus longitudinalis linguae, des Musculus copulo-copularis und des Musculus perpendicularis liegt.



Von oben

Figur 154. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Schädel.* (*1*) unterer Labialknorpel (Annularis); (*2*) oberer Labialknorpel; (*3*) Cornu trabeculae; (*4*) Öffnung der Nasen-Kapsel; (*5*) Nasen-Kapsel; (*6*) Nervus olfactorius; (*7*) oberes Schädel-Fenster; (*8*) Tectum cranii; (*9*) Extrabranchiale; (*10*) Neuralbogen (Wirbel-Bogen); (*11*) Ohr-Kapsel; (*12*) Extrahyale; (*13*) Pterygoid; (*14*) Alisphenoid; (*15*) Präpalatinalknorpel. (Nach Parker)

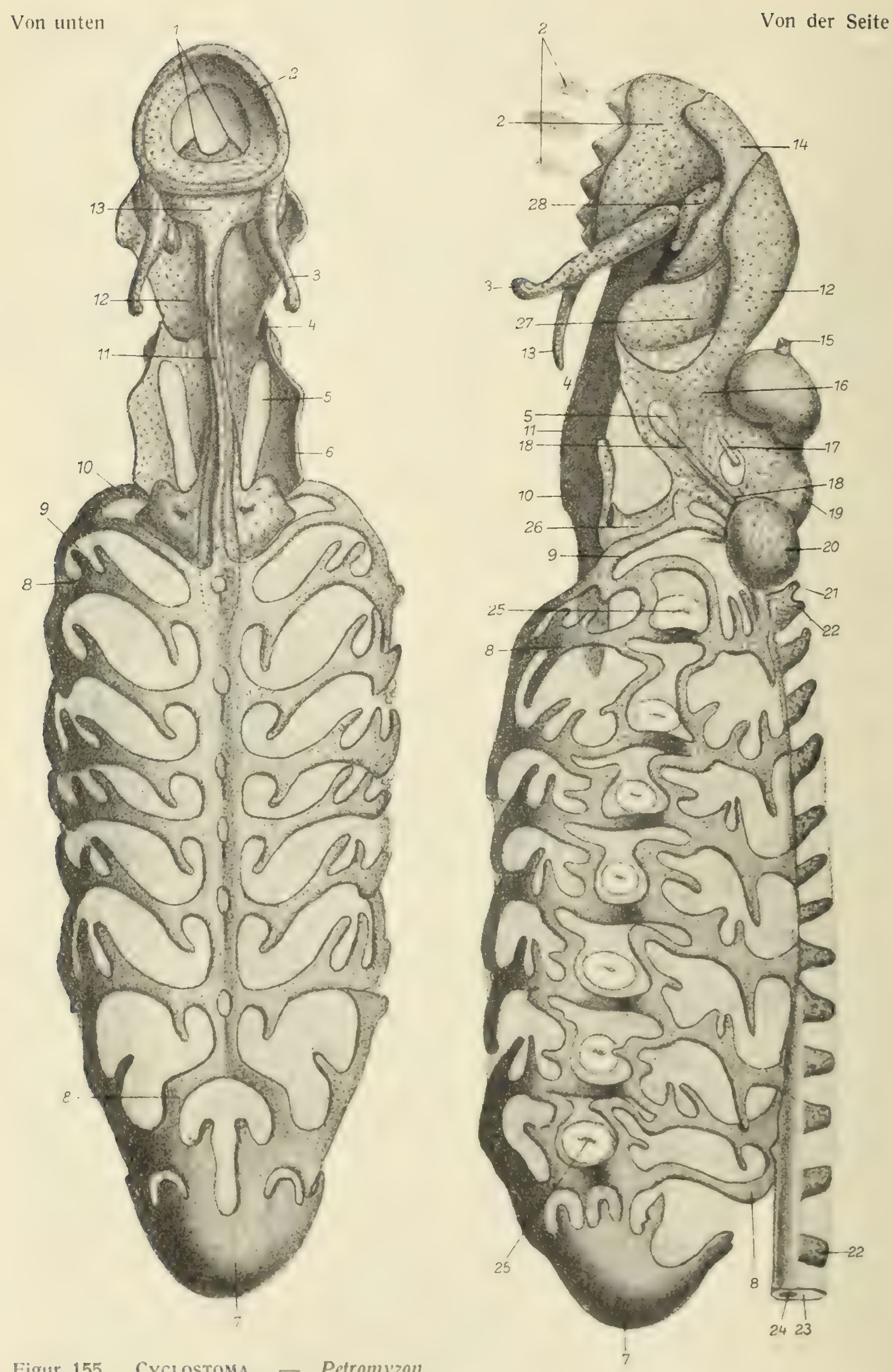
Schädel-Skelett, Petromyzoniden

Bei *den Petromyzoniden* hat das Schädel-Skelett verschiedene Veränderungen und Abweichungen sowie Höherentwickelungen aufzuweisen, die im folgenden besprochen werden sollen.

Der Parachordalknorpel umgibt auch hier wieder das Ende des Notochords als ein Ring, der jedoch bis auf eine Naht in der Mittellinie der Oberseite vollständig geschlossen ist. Die Chorda reicht weiter als bei *den Myxiniden* nach vorn, und zwar bis in eine kleine Öffnung, die basikraniale Fontanelle, die zwischen der hinteren Hälfte der beiden subokularen Fenster liegt. In ihrem vorderen, spitzkegelförmig zugehenden Teil ist die Chorda etwas emporgestülpt. Auf der Unterseite sendet der Parachordalknorpel paarige Knorpelteilchen nach hinten, die (nach Parker) der Lage nach den Condyli occipitales bei *höheren Tieren* entsprechen. Zu beiden Seiten verbreitert er sich hinüber zur Gehörkapsel, deren Untergrund er zum Teil bildet. Doch findet sich hier kein Knorpelteil, der wie bei *den Myxiniden* der Hyomandibular-Region entsprechen würde. Die Gehörkapsel ist hier mehr rundlich, fast erbsenförmig. Beim Übergang des Parachordale in die Trabekel hat das Parachordale einen stielähnlichen Knorpel,

Von unten

Von der Seite



Figur 155. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Schädel- und Kiemen-Skelett.* (*1*) vorderes Basihyale; (*2*) untere Labialia (Cartilago annularis); (*3*) seitlicher distaler Mandibularknorpel; (*4*) Präpalatinalknorpel; (*5*) Suborbitalfenster; (*6*) Pterygoid; (*7*) Extra-

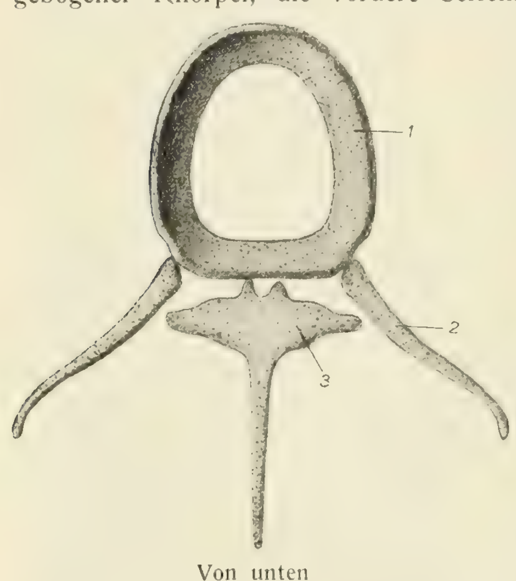
perikardialknorpel; (*8*) Extrabranchiale; (*9*) Extrahyale; (*10*) Ceratohyale; (*11*) hinteres Basihyale; (*12*) Cornu trabeculae; (*13*) medianer distaler Mandibularknorpel; (*14*) großer Oberlippen-Knorpel (Cartilago labialis superior); (*15*) Öffnung der Nasen-Kapsel (mit dem Austritt des Nervus); (*16*) Ethmo-palatinum; (*17*) Nervus opticus; (*18*) Nervus trigeminus; (*19*) Tectum cranii; (*20*) Ohr-Kapsel; (*21*) Nervus facialis; (*22*) Neuralbogen (Wirbelbogen); (*23*) Rückenmark; (*24*) Chorda; (*25*) äußere Kiemen-Öffnung; (*26*) Epihyale; (*27*) hinterer Oberlippen-Knorpel; (*28*) kleiner (Zwischen-)Oberlippen-Knorpel. (Nach Parker)

das Pediculum. Seitlich von den kranialen Trabekeln liegt auch hier wieder jederseits das suborbitale Fenster (Fenestra suborbitalis, Fissura orbitalis inferior), zwischen ihnen die schon erwähnte, bedeutend kleinere, nach vorn sich verschmälernde basikraniale Fontanelle. In dem mittleren Raum, der Fossa pituitaria, öffnet sich hier ein Ausgang für den hinteren Nasengang (Canalis nasalis posterior), der, sich erweiternd, unter dem kranialen Teil der Chorda hinten blind endigt. Außer dem hinteren Nasengang umschließen die Trabekel auch noch die später zu besprechende Hypophyse und das Infundibulum (siehe Nerven-System). Die Trabekel gehen nun auseinander und der Zwischenraum zwischen ihnen wird vollständig durch die hintere Intertrabekel ausgefüllt, die mit ihnen verschmolzen ist, ausgenommen dort, wo Gefäße durchgehen. Vorn werden alle 3 Elemente abgeschlossen durch den ethmoidalen Knorpelteil, das Ethmoideum. Seitlich zieht sich dieser vordere Abschluß jederseits in einen nach vorn gehenden, kurzen, breiten Sporn aus, das Praepalatinum. Seine Basis bildet das Ethmopalatinum, von dem das Postpalatinum »wie ein Strebepfeiler« nach hinten zieht, der Übergang zum eigentlichen Pterygoideum, das mit den beiden eben genannten Knorpelpartien zusammen an jeder Körperseite die äußere Begrenzung der Fenestra suborbitalis bildet. Es ist, von oben gesehen, seitlich abwärts gebogen, so daß dadurch diese mittlere Schädel-Region nach unten hin konkav erscheint, einer breiten flachen Rinne, Schale oder Mulde vergleichbar.

In voller Breite des Ethmoideums schließt sich nach vorn an dieses, von den Praepalatina flankiert, ein breiter, schildförmiger Knorpel an, der vorn eingebuchtet ist. Die Höhlung dieses Schildes zeigt gleichfalls nach unten. Es sind die paarigen Trabekularhörner (Cornua trabecularum), die zu einem einzigen Knorpel verschmolzen sind. Von der Seite gesehen, liegt die Grenze zwischen den Trabeculae cranii und Cornua trabecularum in einer tiefen Einsattelung, die der zwischen den Höckern eines Kamels verglichen werden könnte. Auf der hinteren Aufwölbung dieses Sattels liegen die beiden großen, kaffeebohnenähnlichen, aus weichem Knorpel bestehenden Nasenkapseln, die den vorderen Teil der basikranialen Fontanelle überdecken und an deren hinterer Wand sich die beiden Öffnungen für die Riechnerven befinden. Sie sind in der Mitte miteinander durch Knorpel vereinigt, der zwischen ihnen eine seichte Längsgrube bildet und an seinem Hinterende in einen kurzen Lappen ausgezogen ist (Mesethmoid Tretjakoffs); an seinem vorderen Rande verläßt ihn der membranöse äußere Nasengang. Auf der Oberseite der Nasenkapsel findet sich etwa in der Mitte ihrer Länge eine Öffnung für die austretenden Blutgefäße.

Für den Durchgang des Nervus opticus und trigeminus sind in diesem Chondrocranium große Fenster ausgespart (nicht wie bei *den höheren Tieren* enge Foramina). Die Basis des schon erwähnten Stiels (Pediculum) setzt sich vorwärts fort in dem Pterygoidknorpel. Von dem bei *den Myxiniden* spurweise sichtbaren Quadratum ist bei *den Petromyzoniden* nichts mehr zu sehen.

Vorn schließt sich an die Cornua trabecularum der Mund-Apparat an, der eine extravertebrale Bildung darstellt und sehr kräftig und groß entwickelt ist. Der vordere Teil der Cornua trabecularum überdeckt zunächst einen gleichfalls löffel- oder schild-artig ausgehöhlten Knorpel, die »vordere Deckplatte des Mundes«, wie sie von Johannes Müller genannt wurde (Labiale superius, Mittelknorpel des Munddaches). Hinter ihm liegt auf jeder Seite ein flach konvexer Knorpel von rundlich 4-eckiger Form, der beim *Flußneunauge* mit ihm völlig fest verschmolzen ist und einen Zipfel bildet, die »hintere Seitenleiste« Johannes Müllers (Laterale posterius), und in der Mitte seines Seitenrandes schließt ein schlanker, etwas gebogener Knorpel, die vordere Seitenleiste nach Johannes Müller (Laterale anterius), an. Unter und vor der vorderen Deckplatte liegt ein starker, ringförmiger Knorpel, der knorpelige Lippenring (Annulare labiale inferius). Der Ringknorpel hat eine dicke untere Kante, von der aus er sich nach oben verdünnt, und ist vorn merklich höher als hinten. In der Mitte des hinteren Randes dieses Ringknorpels befindet sich ein median gelegener Längsknorpel, der sich vorn T-förmig verbreitert und nach hinten hin in eine lange, scharfe Spitze endigt oder lorbeerblattähnlich verbreitert ist (beim *Flußneunauge*, nach Tretjakoff), das Sublinguale (T-förmiger Knorpel, »Zungenbein«, Mandibulare medium). Zu beiden Seiten seiner verbreiterten Basis liegt, an eine leichte Eindellung des Ringknorpels anschließend, je ein länglicher, stabförmiger, schräg nach hinten-außen gerichteter Knorpel, das Labiale laterale (stielförmiger Anhang des Lippenringes nach Johannes Müller, Mandibulare laterale). Außer ihm liegen 3 kleine Knorpelchen lose in der Haut an jeder Seite des Ringknorpels; sie tragen die Lateral-Zähne.



Figur 156. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *untere Lippen-Knorpel.* (*1*) Unterlippen-Knorpel; (*2*) seitlicher distaler Mandibularknorpel (Cartilago mandibularis, distalis lateralis); (*3*) medianer distaler Mandibularknorpel (Cartilago mandibularis distalis mediana). (Nach Parker)

Im rechten Winkel geht von der Rückseite des Pediculum und des Pterygoideum eine abwärts ziehende Fortsetzung dieses Knorpels ab, das Epihyale (Hyo-mandibulare autorum). Etwa im rechten Winkel zu ihm ist an seinem unteren Ende das wie eine schmale Pflugschar nach vorn gehende Ceratohyale (Hyoideum autorum) angeschlossen. Von der runden Mundöffnung geht in der Medianlinie des Körpers ein langer Knorpelzug nach hinten bis zum Zwischenraum zwischen 1ter und 2ter Kiemenöffnung, der als Basihyale (Stempelknorpel Tretjakoffs) zu bezeichnen ist. Sein vorderer Teil (Basihyale anterius) ist seinerseits wieder aus 2 Abschnitten zusammengesetzt, dem vorderen Endabschnitt aus hartem Knorpel (Cartilago apicalis, Tretjakoff), der aus 3 Stücken besteht: einem basalen Mittelstück, das leicht nach beiden Seiten aufwärts gewölbt ist und von

dessen beiden Enden je 1 Seitenstück aufwärts geht, dessen Umrisse an die eines breit ausladenden Beils erinnern (Figur 157). Dadurch wird eine Art kurzer Trog oder eine Klammer gebildet. Dieser Endabschnitt sitzt auf einem gleichfalls kurzen, ringförmigen Basalabschnitt aus weichem Knorpel auf. An ihn schließt sich der 2te, hintere, weitaus größere Teil des Basihyale, das Basihyale posterius, an. Es ist leicht in der Mitte abwärts gebogen, rundlich, in seinem hinteren Teil beiderseits in fester Verbindung mit dem eben genannten Ceratohyale und hat einen stark aufgebogenen, sich immer mehr verschmälernden Endabschnitt, der als Basibranchiale zu bezeichnen ist. Auf der Unterseite besitzt das hintere Basihyale einen in seinem hinteren Teil aus weichem Knorpel bestehenden Kiel.

Über und zwischen den eben erwähnten Seitenteilen des vordersten Abschnittes des Basihyale anterius liegt jederseits ein dickes, birnförmiges »Kissen«, das der Zungenspitze entspricht und 2 hintereinanderliegende Querreihen von Zähnen auf je einer querliegenden Platte trägt. Diese Platten werden Supralingualia genannt.

Dort, wo das Basihyale an das Ceratohyale anschließt, findet sich auch ein ziemlich kompliziertes Gitterwerk von hartem und weichem Knorpel. Es ist das Skelett der zwischen Mund und Pharynx gelegenen, als Velum bezeichneten Klappe und besteht aus 2 leicht knieförmig gebogenen Stücken harten Knorpels, die in der Mitte und vorn durch eine geschwungene Querspange von weichem Knorpel vereinigt sind. Von dieser ziehen jederseits 3 leicht S-förmig gebogene Knorpelstäbchen, sowie ein unpaariger Mittelstab nach vorn.

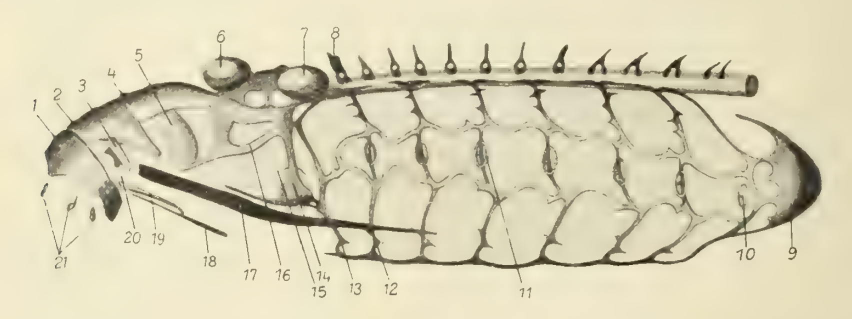
Figur 157. CYCLOSTOMA. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Zungen-Knorpel.* (*1*) Seitenstück; (*2*) Mittelstück des vorderen Basihyale; (*3*) hinteres Basihyale; (*4*) Epihyale; (*5*) Basibranchiale; (*6*) Ceratohyale; (*7*) Intervelarplatte. (Nach Parker)

An dem Epihyale ist der gleichfalls extravertebrale Kiemenkorb aufgehängt, der in seiner Gesamtheit einen aus sehr kompliziertem Netzwerk weichen Knorpels bestehenden reusen- oder tönnchen-artigen, länglichen Sack darstellt. Es besteht der Hauptsache nach aus 9 Querstreifen, von denen die ersten 2, einfacher gebaut, als Extrahyalia bezeichnet werden (Parker), während die darauffolgenden 3 bis 9 Extrabranchialia genannt werden. Sie senden mehrfach Seitenäste ab, über und unter den Öffnungen der Kiemensäcke sind sie durch schmale, gewundene Querleisten alle bis auf das 1te Extrahyale miteinander in Verbindung. In der Medianlinie

des Körpers verbindet sie weiter oben und unten ein leistenförmiger Längsknorpel, das obere und untere Längsband, von denen das letztere eine Reihe von hintereinanderliegenden, ovalen, kleinen Öffnungen besitzt (6 beim *Meer-*, 3 beim *Fluß-Neunauge*). Der hintere Abschluß des Kiemenkorbes wird durch eine Art von knorpeliger Kalotte gebildet, den Perikardialknorpel (Extraperikardialknorpel), in dem der Herzbeutel und das Herz gelegen ist.

Um jede Kiemenöffnung liegt unmittelbar unter dem Hautepithel ein feiner Knorpelring, der mit dem Schließmuskel der Kiemenöffnung verbunden ist, die Cartilago extrabranchialis.

Natürlich bietet auch *jede Art der Petromyzoniden* größere und kleinere Verschiedenheiten in der Form und Anordnung der einzelnen Skeletteile.



Figur 158. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Kopf-Skelett.* (*1*) Cartilago annularis; (*2*) Cartilago tectoria; (*3*) Cartilago lateralis; (*4*) Cartilago trabecularis; (*5*) Cartilago rhomboidea; (*6*) Nasen-Kapsel; (*7*) Ohr-Kapsel; (*8*) Wirbel-Bogen; (*9*) Cardiobranchiale; (*10*) Knorpel-Stäbchen der Kiemen-Öffnung; (*11*) subkutaner, branchialer Knorpel-Ring; (*12*) 1ter Kiemen-Bogen (Arcus branchialis); (*13*) Hyoideum; (*14*) Cartilago mandibularis; (*15*) Velarknorpel; (*16*) Cartilago subocularis; (*17*) Cartilago glossa; (*18*) Cartilago copularis; (*19*) Cartilago spinosa; (*20*) Cartilago apicalis; (*21*) Cartilago dentalis. (Nach Tretjakoff)

Nach Sewertzoff, demzufolge die Schädelkapsel *der Petromyzoniden* ausschließlich den parachordalen Knorpeln entspringt, sind das Ethmopalatinum und Praepalatinum Parkers, der hintere obere Lippenknorpel Parkers und der vordere obere Lippenknorpel Parkers als die modifizierten 3 ersten Viszeralbogen aufzufassen. Er schließt daraus, daß die Cyclostomen niemals Kiefer besessen haben, sondern sich aus Formen mit verhältnismäßig großer Anzahl von Kiemenbogen und Kiemenspalten (mindestens 12 Paaren) entwickelt haben, deren Mund-Skelett sich aus der vorderen Partie des Branchial-Skelettes mit Reduktion der Kiemenspalten in der vordersten Kopf-Region umgewandelt hat.

Das Skelett der Cyclostomen hat zahlreiche Hinweise auf das von *anuren Batrachiern.* — *Das Myxiniden-Skelett* stellt (nach Ansicht Parkers) das *larvale Petromyzoniden-Skelett* (also das der *Ammocoetes-Larve*) dar, das *der erwachsenen Petromyzoniden* entspricht dem *einer Frosch-Larve.*

Die 3 lose in der Wand der Mundhöhle *der Petromyzoniden* liegenden Knorpel bezeichnet Tretjakoff als Dentalknorpelchen; an dem Hyoidbogen unterscheidet er einen stielförmigen Teil, der sich vom oberen Teil des hinteren Balkens des Subokularbogens fast senkrecht ventralwärts zieht und an seinem vorderen Rand an der Übergangsstelle in den 2ten Abschnitt einen kleinen Vorsprung hat und einen hornförmigen Abschnitt, Pars cornualis, der an seinem hinteren Ende einen spitzen Vorsprung aufweist.

Die ausführlichen Darstellungen Parkers, sowie die grundlegenden Arbeiten Johannes Müllers und Fürbringers sind auch in der Folge die Grundlage aller Arbeiten über das Skelett der Cyclostomen geblieben, wenngleich sich die Auffassung über die Bedeutung der einzelnen Skeletteile und damit zum Teil auch deren Nomenklatur im Lauf der weiteren Untersuchungen vielfach geändert haben. Es erscheint, wie schon erwähnt, zweckmäßig, eine vergleichende Tabelle der Skelett-Namen, die Tretjakoff gegeben hat, mit geringfügigen Abweichungen der Anordnung hierher zu setzen.

Fürbringer	Parker	Sewertzoff	Tretjakoff
annularis	annular	annularis	anularis
—	lateral lower labial	—	dentalis
semilunaris	upper labial I	dorsalis anterior	tectoria
ethmoid	cornu trabeculae	trabecula dorsalis posterior	trabecularis
—	upper labial I	arcus praemandibularis III	lateralis
rhomboidea	upper labial III	arcus praemandibularis II	rhomboidea
processus spinosus	lateral distal mandibular	styliformis	spinosa
vorderer Zungenknorpel	anterior basihyal	—	apicalis
—	supralingual		supraapicalis
copula	median distal mandibular	—	copularis
hinterer Zungenknorpel	basihyal	—	glossa
palatinum	praeethmopalatine	arcus praemandibularis I	subocularis
Quadratum	Pterygoid	commissura epitrematica mandibularis	
Hyomandibulare	epihyale	mandibulare	pars styloidea mandibularis
Hyoid	ceratohyale	processus hypotrematicus mandibularis	pars cornualis mandibularis
—	extrahyale	hyoideum	hyoideum
arcus branchialis	extrabranchiale	arcus branchialis	arcus branchialis

Anmerkung. In den Ausführungen über das Kopf-Skelett ist zum weitaus größten Teil Parkers Nomenklatur, ins Lateinische übertragen, angewendet. Die Skelettbezeichnungen in dem Abschnitt über Muskeln folgen bei *den Myxiniden* Fürbringer, bei *den Petromyzoniden* Tretjakoff. Das Skelett *des Ammocoetes* sowie *die ganze Entwickelung des Skelettes* überhaupt siehe in dem Kapitel über Entwickelung.

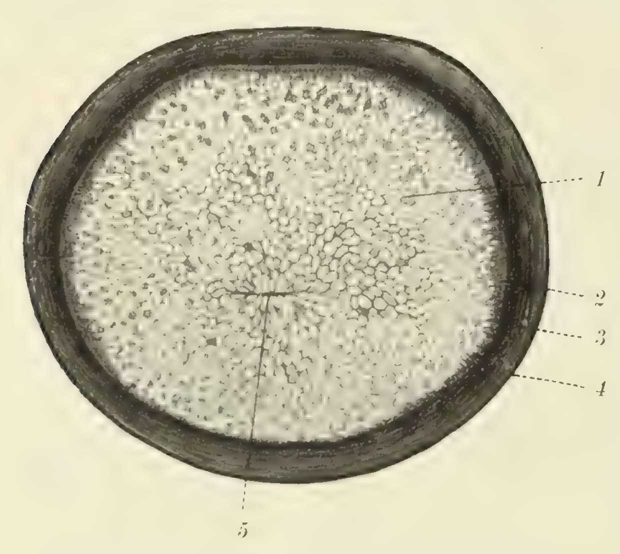
Rumpf-Skelett

Rumpf-Skelett. — Vorweg sei erwähnt, daß nur der Schwanzteil des Rumpf-Skelettes der Cyclostoma wirklich knorpelig ist, während alle übrigen Teile, ausgenommen die aus hartem Knorpel bestehenden kleinen Knorpelstückchen *der Petromyzoniden*, die, von der Chorda aufwärts gehend, als Vorläufer oder Beginn von Neuralbogen anzusehen sind (siehe weiter unten), bindegewebigen, fibrösen Charakter besitzen. Bei *beiden Familien* bleibt der zylindrische, ununterbrochene und unsegmentierte Notochord (die Chorda dorsalis) zeitlebens bestehen. Er endet vorn in einer kegelförmigen Spitze an der Schädelbasis (siehe Kopf-Skelett) unterhalb des Gehirns zwischen den Ohrenkapseln, wobei seine dicke Scheide gegen das Ende zu noch dicker wird, und die Vakuolen und membranösen Bänder sehr dicht am hinteren Schädelteil

endigen, der nicht entschieden von der Spinal-Region getrennt ist. Hinten erstreckt sich die Chorda bis nahe an die Schwanzspitze, wo sie allmählich dünner wird und schließlich vor dem Hinterende des Rückenmarks, leicht abgestumpft, endet. Dieser Charakter stellt die Klasse der Cyclostomen ganz besonders scharf den folgenden gegenüber, die durch den Besitz einer aus getrennten Wirbeln bestehenden Wirbelsäule gekennzeichnet sind (*Vertebraten*), denen gegenüber die Cyclostomen (nach Parker) als Chordato-craniota bezeichnet werden.

Chorda

Chorda. — Die Chorda, das Haupt-Stützorgan des Körpers, zieht vom Schädel, in dessen hinterster Region ihre vordere Spitze durch den Parachordalknorpel umgeben wird, unterhalb des Rückenmarks bis in den Schwanz des Tieres, wo sie sich wieder zu einer Spitze verjüngt. Sie stellt in ihrem Hauptteil einen zylindrischen Stab von rundlich querovalem Querschnitt dar, der aus dem eigentlichen Chorda-Körper und den Chorda-Scheiden besteht. Das Innere der Chorda wird von dem eigentlichen Chorda-Gewebe ausgefüllt. Es besteht aus blasigen, von innen nach außen etwas kleiner werdenden Zellen mit kräftiger Membran, der der Kern dicht anliegt und die mit Flüssigkeit prall gefüllt sind.

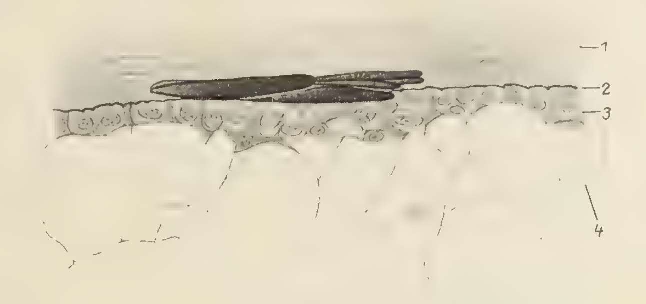


Figur 159. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Chorda dorsalis.* (*1*) Chorda-Zellen; (*2*) Chorda-Epithel; (*3*) innere Chorda-Scheide; (*4*) äußere Chorda-Scheide; (*5*) Chorda-Strang. (Nach Krause)

Etwas unterhalb der Mitte der Chorda verläuft der Chorda-Strang, der aus ganz flachen, dünnen, mit der Längsachse transversal gestellten, nicht mit Flüssigkeit gefüllten Zellen gebildet wird und um den die benachbarten Chorda-Zellen radiär angeordnet sind. Das Chorda-Gewebe wird umgeben von einem gut entwickelten, 1-zelligen Epithel, dem Chorda-Epithel (oder der epitheliomorphen Schicht), das aus kleineren, ziemlich hohen, verhältnismäßig großkernigen, protoplasmareichen Zellen besteht, die nach innen zu etwas zwischen die Chorda-Zellen eingreifen, bei *jüngeren Tieren* nicht deutlich voneinander abgegrenzt sind, später aber eine scharfe Abgrenzung erfahren. Nach Schneider finden sich zuweilen in dieser Schicht auch elastische Elemente. Sie gehen von der später zu erwähnenden Faser-Scheide aus.

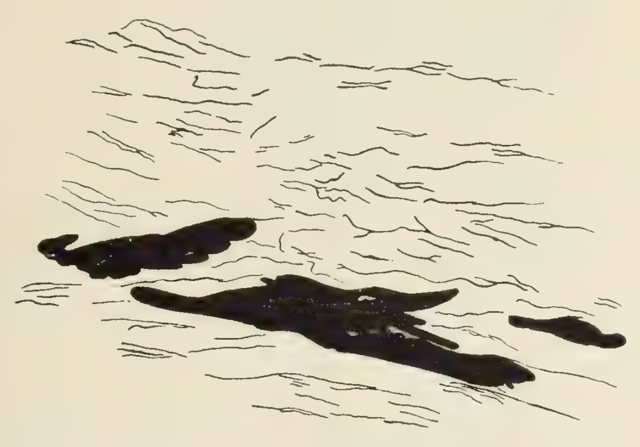
Dem Chorda-Epithel liegt bei *den Petromyzoniden* als eine feine Schicht die Elastica interna auf, deren Vorhandensein von einer Anzahl von Forschern bestritten wurde und die bei *Myxiniden* (nach Coles Untersuchungen) fehlt. Sie besteht aus zweierlei Elementen: dicken balken- oder spindelförmigen Gebilden, die zirkulären Verlauf haben und vereinzelt verstreut sind und einer Schicht ebenfalls zirkulär verlaufender, ganz feiner, elastischer Fäserchen, die sich manchmal gegen-

seitig verbinden, also (nach Ansicht Schneiders) eine Vorstufe zur Bildung einer netzförmigen, elastischen Membran darstellen. Im hintersten Teil des Körpers, der Schwanz-Region, fehlt diese Elastica interna. Desgleichen fehlt sie *bei Larven-Formen.*

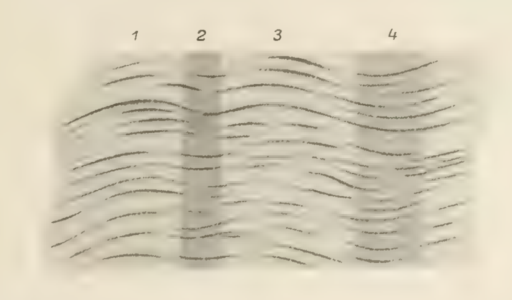


Figur 160. Cyclostoma.—*Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die Chorda.* (*1*) Faser-Scheide; (*2*) Elastica interna; (*3*) Chorda-Epithel; (*4*) Chorda-Vakuolen. (Nach Schneider)

Die nach außen hin folgende Faser-Scheide, als deren Derivat die Elastica interna anzusehen ist (die Schauinsland als spätere Modifikation der innersten Schichten der Faser-Scheide bezeichnet), ist gut ausgebildet und weist bei *erwachsenen Tieren* gleichfalls ziemlich viel elastisches Material auf. Sie besteht im übrigen aus leimgebenden Fibrillen und wird auch als sekundäre Chorda-Scheide bezeichnet. Umgeben wird sie von der Elastica externa, der primären oder äußeren Chorda-Scheide, einer durchlöcherten elastischen Membran, die als äußerste Schicht die Chorda gegen das skelettogene Gewebe abgrenzt. Möglicherweise gibt diese Elastica externa elastische Fibrillen in diese skelettogene Schicht und, allerdings sehr spärlich, auch in die äußere Lage der Chorda-(Faser-) Scheide ab (Ebner). Außen wird die Chorda von axialem Bindegewebe umgeben (siehe Bindegewebe). Nach Krause sind sowohl die Fasern der inneren wie der äußeren Chorda-Scheide färberisch nicht als elastische Fasern zu erkennen.



Figur 161. Cyclostoma.—*Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *tangentialer Längsschnitt durch die Chorda.* (Nach Schneider)

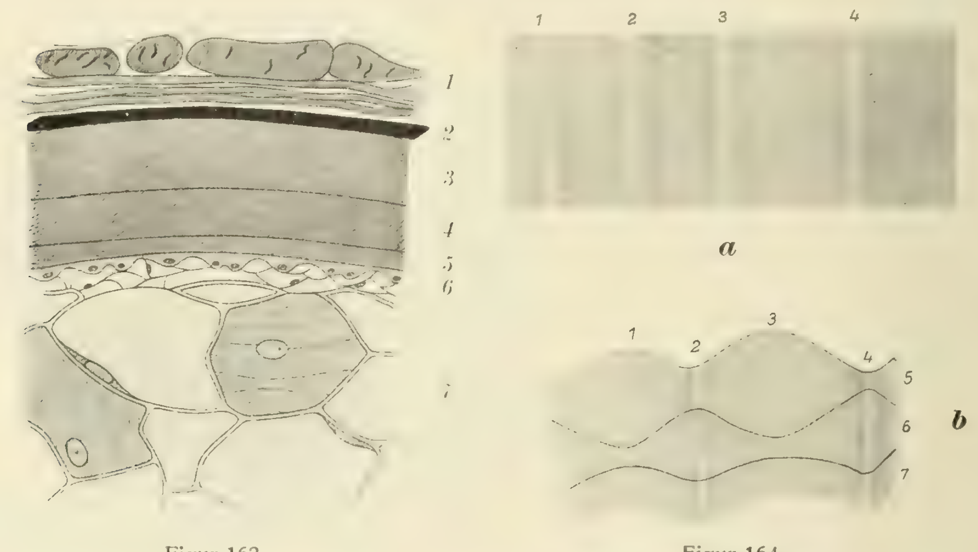


Figur 162. Cyclostoma.— *Petromyzon marinus* Linnaeus: *aufgeschlitztes Chorda-Rohr* aus der Mitte des Rumpfes eines 40 Zentimeter langen Tieres *nach Entfernung der Chorda,* frisch; von innen gesehen. (*1*) rechte Seitennaht; (*2*) dorsale Nahtlinie; (*3*) linke Seitennaht; (*4*) ventrale Nahtlinie. (Nach Ebner)

Bei *Myxine* Linnaeus besteht die Faser-Scheide, allerdings nicht überall, aber im allgemeinen, aus 3 vollständig verschiedenen Scheiden, einer inneren, mittleren und äußeren Lage, die in ihrer Struktur gleich sind und auch dasselbe mikrochemische Verhalten zeigen. Nach Ebner bestehen

alle diese 3 Lagen aus nicht zellulären Fibrillen, die in breiten Wellenkurven quer um die Chorda laufen. Die Kurven der 3 Lagen entsprechen einander nicht. Die Dicke der äußeren Lage ist etwa gleich stark wie die der beiden anderen zusammen, von denen die innere wieder die dünnere ist. Im Schwanze fällt die mittlere Lage aus (Figur 164).

Nach den Untersuchungen von Retzius enthält die Chorda weder Chondrin noch Glutin oder Mucin, dagegen ist Albumin immer vorhanden. Bei dem Eintritt in den Parachordalknorpel werden die Chorda-Scheiden, abgesehen von einer Stelle an ihrer ventralen Seite, wo sie dicker werden, dünner und an der Spitze ist die Chorda nur mehr durch die hier unregelmäßig gewordene Elastica externa bedeckt,



Figur 163. Figur 164.

Figur 163. Cyclostoma. *Myxine glutinosa* Linnaeus: *dünner Querschnitt durch die Chorda und Chorda-Scheide aus der Mitte der Körperlänge.* (*1*) skeletogene Schicht der Chorda-Scheide, außen mit elastischen Fibrillen; (*2*) Elastica externa; (*3*) äußere, (*4*) mittlere, (*5*) innere Lage der fibrösen Chorda-Scheide; (*6*) Chorda-Epithel; (*7*) Chorda-Zellen (2 von diesen sind so dargestellt, wie sie in dicken Schnitten sichtbar sind, in denen die ganze eine Wand der Zelle mit dem Kern zu sehen ist, während in 2 anderen der Kern im Schnitt, eingebettet in eine dünne Protoplasma-Lage, dargestellt ist. (Nach Cole)

Figur 164. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Stücke der Faser-Scheide eines 30 Zentimeter langen Tieres.* ***a*** 9 Zentimeter vom Rostrum, ***b*** 26 Zentimeter vom Rostrum. (*1*) rechte Seitennaht; (*2*) dorsale Nahtlinie; (*3*) linke Seitennaht; (*4*) ventrale Nahtlinie; (*5*) äußere, (*6*) mittlere, (*7*) innere Faser-Scheide. (Nach Ebner)

die ventral auf eine kleine Strecke auch vollständig fehlt. Im Schwanzteil bleibt die Elastica externa und ein Teil der bindegewebigen Scheide noch auf eine Strecke auch dort erhalten, wo die Chorda schon von dem Kaudalknorpel umgeben ist, dann aber verschwindet zuerst die Chorda-Scheide und schließlich die Elastica externa und ventral bildet sich eine allerdings niemals ganz vollständige Verbindung zwischen der hier völlig knorpeligen Chorda und dem ventralen Mittelstab des Schwanz-Skelettes.

Wirbelbogen

Die »Wirbelsäule« der Cyclostomen ist durch hintereinander sich anschließende Knorpelstücke, die Wirbelbogen, angedeutet, die sich an den oberen Teilen der Chorda dicht anschließen, ohne sie jemals ventral zu umwachsen, sehr variabel sind und manchmal in einer ganzen Anzahl benach-

barter Segmente überhaupt fehlen. Nach Tretjakoff kann man eine Anzahl aufeinanderfolgender Körper-Abschnitte unterscheiden, die jeder eine bestimmte Ausbildung des betreffenden Teils der Wirbelsäule aufweisen, die ihn von den anderen unterscheiden.

Es sind:

(1) Das Kiemen-Gebiet, das beim *Flußneunauge* die ersten 12 großen Knorpelstücke enthält, von denen die ersten 8 mit je einem kreisrunden, geschlossenen Loch für den motorischen Spinalnerven versehen sind, während die 4 folgenden an dessen Stelle einen tiefen, ventralen, bis zur Mitte der Höhe und noch weiter dorsalwärts reichenden Ausschnitt besitzen, durch den der basale Teil dieses Knorpelstückes gegabelt wird. — Die oberen Enden der ersten 4 Knorpelstücke, die sich unmittelbar an den Schädel anschließen, sind nach vorn gerichtet, die darauffolgenden 4 (5 bis 8) sind annähernd senkrecht, während die schon erwähnten, unten gespaltenen Bogen rückwärts gerichtete, obere Spitzen besitzen. Die Angabe Schneiders, der zufolge zwischen dem Schädel und dem 1ten großen Bogen ein kleinerer Knorpel eingelagert ist, wird von Tretjakoff bestritten. Dieser 1te große Bogen hat übrigens außer dem großen Spinalnervenloch meist 2 kleinere, über diesem gelegene, für die Äste des motorischen Nerven bestimmte Löcher und ist in seinem oberen Teil stark gegabelt. Auch am oberen Ende der weiteren 7 Bogen findet sich meist eine oben nicht geschlossene, runde Öffnung für den dorsalen motorischen Nervenast. Die unteren Teile der Bogen sind in die membranöse Scheide des Rückenmarks-Kanals eingeschlossen und schmiegen sich der Chorda-Scheide dicht an. Die oberen Fortsätze der beiden vordersten Bogen dringen zwischen die inneren Abschnitte der Myotome ein und legen sich den Muskelkästchen dicht an.



Figur 165. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Frontalschnitt durch die Chorda-Scheiden in der Kiemen-Region.* (*1*) Chorda mit den Kernen des Chorda-Epithels; (*2*) innere, (*3*) mittlere, (*4*) äußere Schicht der Faser-Scheide; (*5*) Elastica externa. Die schwarzen Punkte in (*4*) entsprechen den Durchschnitten elastischer Fasern. (Nach Ebner)

Ungefähr in der Höhe des Austritts der sensiblen Nerven aus der Rückenmarks-Scheide oder etwas näher gegen die Chorda zu liegt hinter dem 1ten bis 8ten (nach Schauinsland nur hinter dem 1ten bis 5ten) großen Knorpel je 1 kleines, unregelmäßig gestaltetes Knorpelchen, das keine bestimmte Beziehung zu dem sensiblen Nerven hat. Diese Knorpelstückchen sind sehr unbeständig und treten auch nicht immer symmetrisch an der rechten und linken Seite des Körpers auf, können manchmal auch mit den großen Bogen verwachsen oder durch fibröse Stränge fest verbunden sein.

Entgegen der Ansicht Schauinslands, der feststellt, daß einige der dicht hinter dem Schädel gelegenen Knorpelstücke, die übrigens nach seiner Darstellung die gesamte Chorda ventralwärts umwachsen und eine Art Wirbelkörper bilden, laterale, den Rippen vergleichbare Fortsätze tragen, erwähnt Tretjakoff bloß gelegentlich am 3ten und 4ten Bogen sichtbare seitliche Fortsätze, die aber meistens nicht vom chordalen Abschnitt des Bogens, sondern von dessen oberer Hälfte entspringen.

(2) Der Herz-Leber-Abschnitt oder das vordere Rumpf-Gebiet, das beim *Flußneunauge* den 13ten bis 49sten Wirbelbogen umfaßt. — Schon der letzte,

dem Kiemen-Gebiet angehörige Wirbelbogen, der 12te, ist durch eine oberhalb des Nervenloches verlaufende Spalte in 2 Hälften zerlegt. Alle nun folgenden Bogen dieses 2ten Körperabschnittes sind in eine kraniale und kaudale Hälfte geteilt, die beide zusammen je einem großen, durchlöcherten Bogen des Kiemen-Abschnittes entsprechen und nur hier und da durch eine dorsale Querspange miteinander in Verbindung stehen oder kleinere, horizontale Fortsätze besitzen, die aber nicht bis zur anderen Hälfte reichen. Sie sind in dem membranösen Gewölbe des supramedullären Raumes eingeschlossen und endigen dorsalwärts ungefähr in der Linie des sensiblen Nervenaustritts aus dem Rückenmark. Während die vorderen Bogen dieses Rumpf-Abschnittes ungefähr senkrecht gestellt sind, endigen die letzten, die auch allmählich höher werden, so daß sie schließlich etwa das Doppelte der Länge der ersten erreichen, mit einem nach hinten gekrümmten oberen Teil.

(3) Das mittlere Rumpf-Gebiet, das dem vorderen Abschnitt der Rückenflosse und dem 50sten bis 65sten Paar der Wirbelbogen entspricht. — Die Wirbelknorpel nehmen hier die Gestalt von schlanken, unregelmäßig gestalteten, ungefähr S-förmigen, niemals paarig verbundenen, kaudalwärts geneigten Bändern an, deren obere Hälften aus dem membranösen Gewölbe des supramedullaren Raumes in das diesen Raum erfüllende Fettgewebe eindringen. Nur selten erhalten sie durch Fortsätze ein L-förmiges Aussehen.

(4) Das hintere Rumpf-Gebiet, in dem sich die Bogenpaare 66 bis 76 befinden. — Sie sind höher als die der angrenzenden Gebiete und erreichen die Höhe der Bogen des Kiemengebietes, sehr schlank, von verschiedener Gestalt, oft mit den Fortsätzen zu N- oder H-förmiger Gestalt verbunden.

(5) Das Schwanz-Gebiet, die Bogenpaare 77 bis 130 umfassend. — Es sind niedere, einförmige Bogen ohne Verbindungen oder Fortsätze, die nach hinten zu immer kleiner werden. Die 3 allerletzten (im 127sten bis 130sten) Paare sind kleine, niedere, der Chorda-Scheide dicht anliegende Knorpelstückchen, deren letzte jedoch nicht das Ende der Chorda erreichen.

Der hintere Teil des Schwanz-Gebietes ist durch die Ausbildung der dorsalen und ventralen Knorpellamellen gekennzeichnet, die mit den Flossenstrahlen verbunden sind und über den Wirbelbogen oder unterhalb der Chorda gelegen sind.

Die Flossen-Lamellen sind unpaarig und entstehen dadurch, daß die basalen, verbreiterten Enden der etwas stäbchenförmigen Flossen-Strahlen, die sich dem Rückenmark und der Chorda nähern, miteinander zusammenfließen. Die dorsale Lamelle besteht aus 32, die ventrale, weiter nach vorn reichende aus 35 miteinander verbundenen Flossenstrahlen. Nur selten sind die dorsale und ventrale Lamelle an ihrem Hinterende hinter dem Rückenmark miteinander verbunden. Vor dieser fest verbundenen Endlamelle steht dorsal und ventral eine Anzahl einzelner Flossenstrahlen, von denen die 7 unmittelbar vor der ventralen Lamelle stehenden gleichfalls an ihrem basalen Ende verdickt, aber nicht miteinander verschmolzen, sondern höchstens (bei *Myxine* Linnaeus) paarig verbunden sind. Die Schwanzlamellen enthalten keine Wirbelelemente, sondern sind vollständig aus den Flossenstrahlen entstanden, die nicht den echten Dornfortsätzen der Wirbel homolog sind, sondern wirkliche Flossenstrahlen im engeren Sinne darstellen. Die Ventrallamelle ist daher auch nicht den unteren Wirbelbogen *höherer Wirbeltiere* homolog.

Beim *Flußneunauge* sind lediglich die oberen neutralen Wirbelbogen vorhanden, die in jedem Segment der Wirbelsäule paarig sind.

Was die Deutung der einzelnen Wirbelbogen-Formen und ihre Beziehung zu den Körper-Segmenten betrifft, so sind (nach Tretjakoff) die dem Kiemen-Gebiet angehörenden schon modifiziert, während die der anderen Körper-Regionen das ursprünglichere Verhalten zeigen. Die großen, durchlöcherten Wirbelbogen dieses 1ten Körperabschnittes entsprechen dem ganzen vorderen und dem größten Teil des hinteren Teils der übrigen paarigen Wirbelbogen, während die kleinen Knorpelstückchen den Rest der letzteren darstellen. Daß diese Neigung zur Verschmelzung auch in den übrigen Körperabschnitten besteht, zeigen die Fälle vollkommener oder teilweiser Verbindung der beiden paarigen Teile eines solchen paarigen Wirbelbogens. Ein solcher entspricht nicht einem Segment, sondern sein vorderer Teil gehört der hinteren Hälfte eines Segmentes, sein hinterer Teil der Vorderhälfte des darauffolgenden zu. Nach Tretjakoff fehlen *dem Neunauge* die Bogenelemente der beiden vordersten spinalen Segmente des 1ten spinookzipitalen und eines vor ihm gelegenen rudimentären Nerven. Überhaupt sind die ursprünglichen Verhältnisse durch Ausfall oder Verschmelzung einzelner Elemente sowohl bei Knorpelbogen wie Nerven verändert und kompliziert.

Die Stellung des Knorpelbogens im Segment wird (nach der Zusammenstellung von Schauinsland) durch die Aufzählung der einander im Segment folgenden Bestandteile charakterisiert, die (1) das intersegmentale Gefäß, (2) den motorischen Nerv, (3) den kranialen Knorpelbogen, (4) den sensiblen Nerven und (5) den kaudalen Knorpelbogen umfaßt.

Flossen

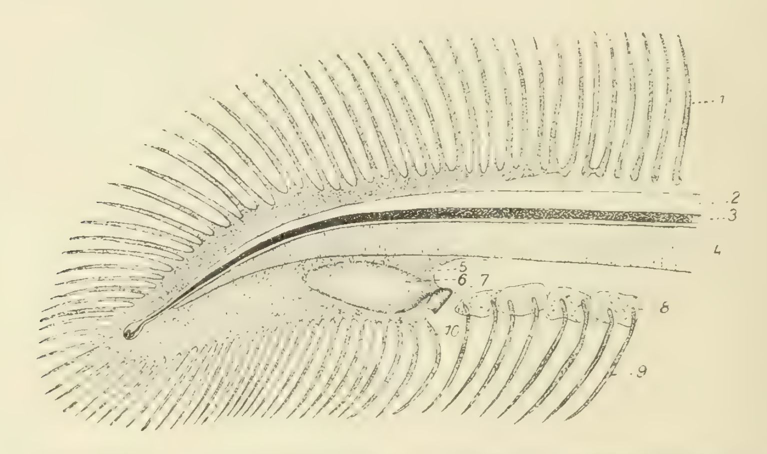
Skelett der Schwanzflosse und Flossen von Myxine. — Von den sogenannten Flossen von *Myxine* Linnaeus ist die dorsale Flosse als »Fettflosse« zu bezeichnen, die keinerlei Skelettstütze besitzt, abgesehen von einigen sehr kurzen, schwachen, losen Stäbchen, die sich nur auf eine äußerst kurze Strecke über die Grenze der Rückenmuskeln erheben. Diese Flosse geht ohne Unterbrechung in die mit einem gut entwickelten Skelett versehene Schwanzflosse über, die um das Schwanzende herum bis zur Kloake führt. Vor dieser findet sich wieder eine mediane präanale »Fettflosse« ohne Skelett.

Retzius hat als erster dieses Skelett ausführlich beschrieben.

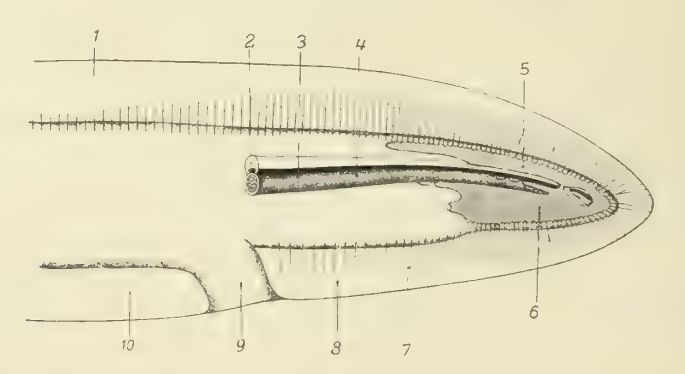
Demnach bildet das schon erwähnte Knorpelgewebe des Rumpf-Skeletts im Schwanzteil die Form einer medianen Knorpellängsplatte, die eine dorsale und ventrale, hinten ineinander übergehende Lamelle besitzt. In diesem hintersten Teil bildet sie einen kurzen, ziemlich engen Kanal um das Ende des Rückenmarks. Von dieser Knorpellamelle gehen zahlreiche, dicht hintereinanderstehende, dünne, leicht nach hinten gebogene, an ihrem Ende spitz zulaufende Knorpelstäbe ab, die natürlich auf der dorsalen Lamelle aufwärts, auf der ventralen abwärts und auf dem Endteil mehr oder weniger nach hinten gerichtet sind und *mit den Flossenstrahlen höherer Tiere* verglichen werden können. Vor der dorsalen und der ventralen Knorpellamelle steht noch eine Anzahl einzelner Knorpelstäbe, die unten (an der Basis) leicht kolbig verdickt sind und etwa in denselben Entfernungen aufeinanderfolgen wie die auf den Lamellen aufsitzenden (Figur 166).

Die Flossenstrahlen haben keinerlei segmentale Anordnung, ausgenommen die allervordersten. Cole bestreitet auch die, allerdings unvollkommene, Gliederung, die von Johannes Müller sowie Ayers & Jackson beschrieben worden ist. Auch

er unterscheidet an dem kaudalen Skelett einen dorsalen und einen ventralen Medianstab, von denen der dorsale schmäler ist, sich aber weiter vorwärts erstreckt. Sein hinterer Teil ist in der Mittellinie durch eine ausgedehnte Fläche mit dem Dach des Rückenmarksrohres verbunden. Vorn zieht er lose über dem Rückenmark hin und stellt dort hauptsächlich eine dünne Knorpelbrücke dar, die die Basen der Flossenstrahlen verbindet.



Figur 166. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schwanz-Knorpel.* Von rechts. (*1*) freie Dorsal»strahlen«; (*2*) Rückenmarks-Kanal (Canalis medullo-spinalis); (*3*) Rückenmark; (*4*) Chorda; (*5*) Ventralplatte des Schwanz-Knorpels; (*6*) rechter Sack des Kaudalherzens; (*7*) knopfartiger Fortsatz der Ventralplatte; (*8*) dermale Schleim-Drüsen (Schleim-Säcke); (*9*) freie Ventral-»Strahlen«; (*10*) knorpelige Ventralstrahlen (»Flossenstrahlen«), die von der Ventralplatte entspringen. (Nach G. Retzius)



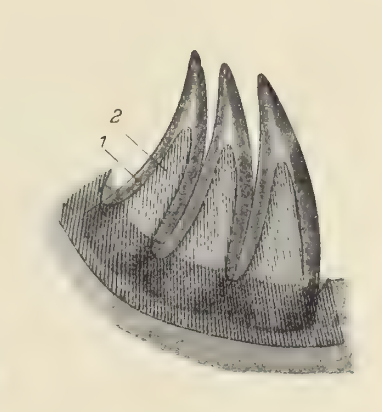
Figur 167. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Skelett der Kaudalflosse.* Von links. Die Schleimsäcke, sowie die faserig-bindegewebigen Verbindungen der vorderen, nicht durch einen Längsknorpel miteinander verbundenen »Flossenstrahlen« sind nicht dargestellt. (*1*) Dorsalflosse; (*2*) membranöses Neuralrohr; (*3*) Rückenmark; (*4*) Chorda; (*5*) medianer Dorsalstab; (*6*) medianer Ventralstab des Kaudalflossen-Skeletts; (*7*) die sogenannten »Flossenstrahlen«; (*8*) Kaudal-»Flosse«; (*9*) Kloake; (*10*) Präanalflosse; (*11*) Körper. (Nach Cole)

Der ventrale Medianstab beginnt als kurzes, dünnes Stäbchen dicht der mittleren ventralen Region der Chorda angeschlossen, hinter 1 oder 2 Nestern von Knorpel-Zellen in derselben Lage und erweitert sich rasch mit einer konkaven Vorwärtsbiegung in eine geräumige Platte, mit der die Flossenstrahlen verschmolzen sind. Der Stab geht vorwärts in eine hervorragende Verlängerung mit einem runden Rand (kropfartige Verdickung, Retzius) über, der den Ursprung der zarten, paarigen, muskulösen Faserscheide gibt, die, je 1 auf jeder Seite, äußerlich zu

den Kaudalherzen ziehen und (nach Retzius) für die Pulsation dieser Organe dienen. Weiter nach hinten legt sich der ventromediane Stab an seiner Basis immer mehr um die Seiten der Chorda. Es bildet sich dadurch weiterhin eine Art oben offener Ringe für die Chorda, und schließlich bildet er mit dem dorsalen Medianstab eine vollständige Röhre für das Ende des Rückenmarks. Unmittelbar hinter dem Ende der Chorda befindet sich ein ziemlich geräumiges Fenster in dieser Knorpelwand, durch das das Rückenmark seitlich sichtbar wird.

Von den nach oben in eine Spitze sich verjüngenden Flossenstrahlen sind hier und da einige gegabelt, häufiger in der dorsalen, als in der analen Flosse.

Figur 168.



Figur 169.

Figur 168. Cyclostoma. — *Bdellostoma-Spezies: Zungenzahn-Reihen eines 75 Zentimeter langen Tieres.* (Nach Hansen)

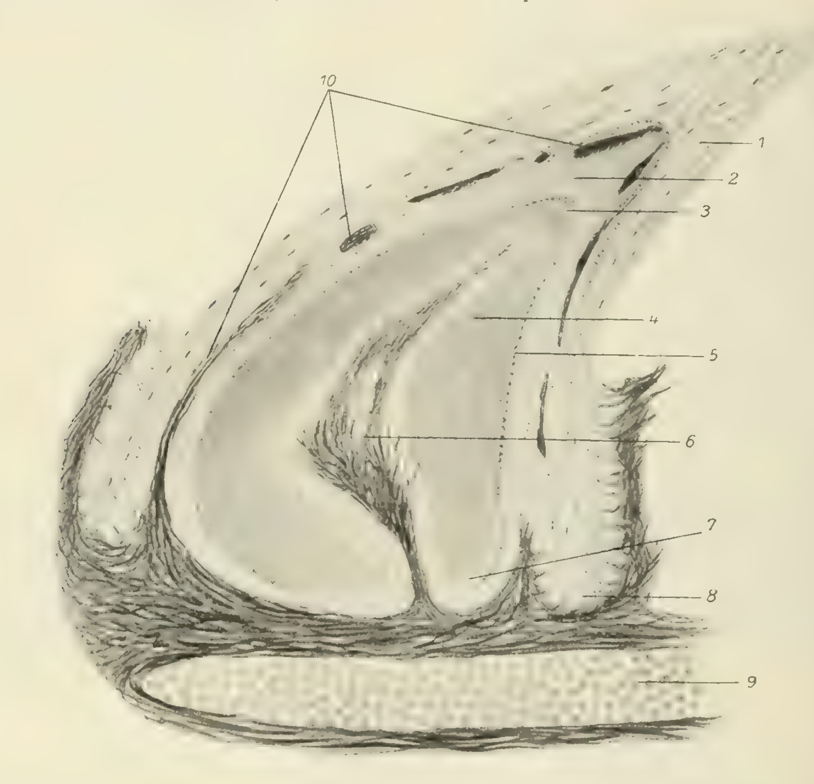
Figur 169. Cyclostoma. — *Bdellostoma-Spezies: Stück der Zahnreihe.* Schematisch. (*1*) Hornkappe; (*2*) Pokalzellen-Hügel. (Nach Hansen)

Zähne

Die Zähne der Myxiniden sind (wie schon Johannes Müller ausgeführt hat) ganz gleich gebildet, und zwar haben die Tiere einen einfachen, etwas gekrümmten, hornartigen, hohlen, an seiner Basis mit einem wulstigen Saum umgebenen Gaumen-Zahn, der auf einer weichen, ungefähr die Form des Zahnes aufweisenden Matrix aufsitzt. Diese ist an gewisse knorpelige Teile des Gaumens durch Bandmasse angeheftet. Die übrigen Zähne sind sämtlich Zungen-Zähne, die auf der Oberfläche der Zunge in 2 konzentrisch gekrümmten Reihen stehen und bis auf eine geringere Krümmung den Gaumen-Zähnen gleichen. An ihren Basen sind die wie die Zacken eines Kammes aussehenden Spitzen dieser Zähne mit der Hornsubstanz zu einem sekundär gemeinsamen, auf einer gleichgeformten Matrix hohl aufsitzenden Zahn vereinigt. Die ersten beiden Stützen dieser Zähne hängen mit den übrigen weniger zusammen und sind also etwas mehr selbständig. In ihrem Bau stimmen Gaumen- und Zungen-Zähne vollständig überein.

Die Zähne bestehen von außen nach innen aus folgenden Regionen:

(1) Aus der Hornkappe und ihrer Bildungsschicht. — Das hellgelbe, deutliche Kerne, im jugendlichen Stadium auch noch Zellgrenzen aufweisende Horn ist sehr hart. An ihrer Basis endigt die Hornkappe in einer offenbar die Hauptmasse des Hornes erzeugenden und dadurch das Längenwachstum des Zahnes bewirkenden Grube, der Horngrube (Hornrinne, Hornfalz), deren der Mundschleimhaut entstammende, stark vermehrte Epithelschichten eine säulenförmige



Figur 170. Cyclostoma. — *Bdellostoma-Spezies*: *Längsschnitt durch einen Zungen-Zahn.* (*1*) Hornkappe; (*2*) sternförmiges Gewebe; (*3*) homogene Kappe; (*4*) Pokalzellen-Hügel; (*5*) 1-zellige Lage; (*6*) Pulpa; (*7*) scharf differenzierte Lagen; (*8*) Horngrube; (*9*) Knorpel; (*10*) Bindegewebe. (Nach Hansen)

Anordnung zeigen. Diese Epithelschicht verjüngt sich nach oben zu und ist auf der ganzen Innenseite der Hornkappe als schmale, das Horn für das Dickenwachstum produzierende Schicht bis zur Spitze erkennbar.

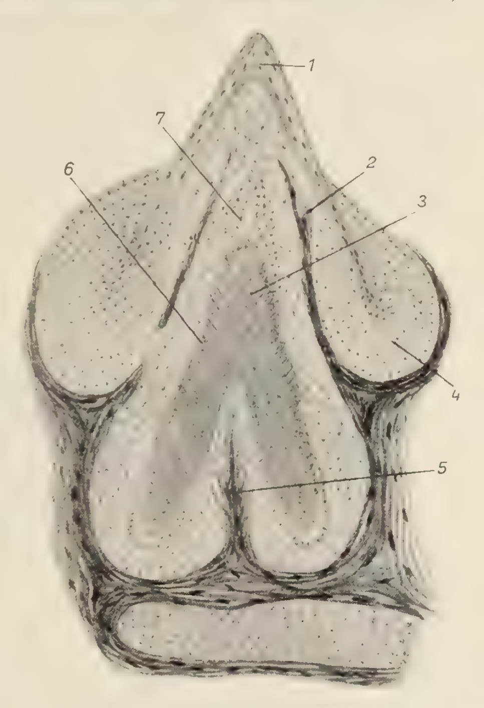
(2) Unter der Hornkappe liegt ein lockeres Gewebe, das sternförmige Gewebe. — Es ist als ein durch das Wachstum der peripheren Hornkappe modifiziertes Epithelgewebe anzusehen, dessen kurze Interzellularbrücken auseinandergezerrt sind. Seine Zellen haben ihre Gestalt durch Auflösung des Protoplasmas in lange Fortsätze zu einem Netzwerk verändert, in dessen Wänden die ziemlich großen Kerne in weiten Abständen liegen. In diesem Gewebe treten Bindegewebsfasern und Blutgefäße an beiden Seiten des Zahnes bis in die obersten Lagen, also in die Zahnspitze, vor.

(3) Die Mitte des Zahnes wird durch einen eigenartig modifizierten Zellkomplex, den Pokalzellen-Hügel, erfüllt, der aus 2 Arten großer Zellen besteht;

und zwar (a) den größeren, regelmäßig angeordneten, mit langen Ausläufern versehenen, in der äußersten Reihe mit nach außen gekehrten Zellbechern liegenden Pokal-Zellen, deren großer, stark granulierter Kern in der becherförmigen Erweiterung der Zelle liegt und deren Ausläufer, die an der Spitze des Hügels am längsten sind, sich als lange Fortsätze zwischen den darunterliegenden Zellen durchschlängeln, um dann, etwas verbreitert, blind zu endigen. (b) Den das Innere des Kegels ausfüllenden, gegen die Pulpa zu an Größe immer mehr abnehmenden, allmählich in die Epithel-Zellen übergehenden einfachen polygonalen oder spindelförmigen Zellen.

Namentlich die Pokal-Zellen zeigen ein sehr deutliches, feines Netzwerk; nur die äußerste, dem Rande zu gelegene Partie besteht aus einem der Länge nach zerfaserten Plasma. Die Ausläufer sind fast vollständig homogen.

Die netzförmig-faserige Struktur ist an der Spitze des Kegels am stärksten und nimmt auch mit zunehmendem Alter des Tieres zu. Von der eben beschriebenen Beschaffenheit finden sich alle möglichen Übergänge zu den innersten Zell-Lagen des Pokalzellen-Hügels, die diese Struktur am wenigsten aufweisen, ein Beweis für die Entstehung der Zellen des Hügels aus gewöhnlichen Epithel-Zellen. Irgendeine Verkalkung der Pokalzellen-Hügel tritt niemals ein.



Figur 171. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Längsschnitt durch einen jungen Zahn.* (*1*) Hornkappe; (*2*) Bindegewebe; (*3*) Pokalzellen-Hügel; (*4*) Horngrube; (*5*) Pulpa; (*6*) 1-zellige Lage; (*7*) homogene Kappe. (Nach Hansen)

(4) In den noch unveränderten Epithelschichten, insbesondere im Gebiet unterhalb der beiden Schenkel der Pokal-Zellen, liegt eine Zellschicht, deren Zellen sich scharf von den an der Pulpa direkt anliegenden Absätzen unterscheiden und die an der Basis des Hügels umbiegt, sich eine Strecke an der Außenseite fortsetzt und dann, etwas kolbenförmig verbreitert, in ein den Hügel bedeckendes 1-schichtiges, aus abgeplatteten Zellen bestehendes, an der Spitze in eine Anhäufung von Epithel-Zellen auslaufendes Epithel übergeht, dessen rundliche, stark granulierte, unverändert gebliebene Kerne sich von dem umgebenden aufgelockerten Gewebe, insbesondere an der Spitze, stark unterscheiden. Der Zell-Komplex an der Spitze stellt eine dem Pokalzellen-Hügel tütenförmig aufsitzende Kappe dar. Der Zwischenraum zwischen beiden wird durch eine homogen erscheinende Masse, die langen Ausläufer der eben erwähnten Zellen, ausgefüllt. Diese homogene Kappe ist bei *jungen Tieren* am stärksten und reduziert sich immer mehr *mit zunehmendem Alter*.

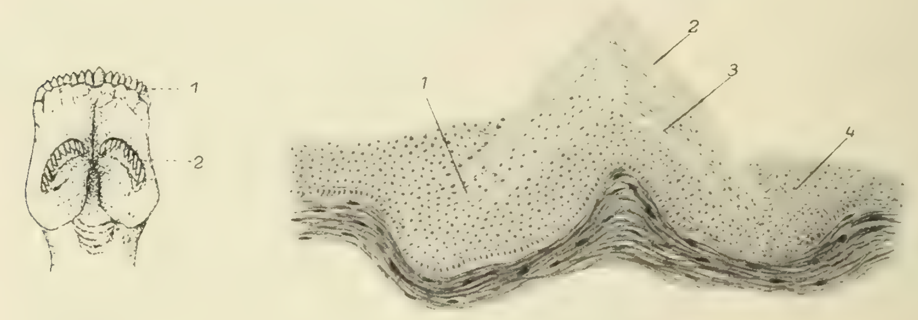
(5) Eine in den Pokalzellen-Hügel hineinragende, bindegewebige Papille, die aus lockeren, von Blutgefäßen durchzogenen Bindegewebszügen besteht.

(6) An der Basis der Pulpa liegt, im Bindegewebe eingebettet, eine Knorpelplatte, von der Muskelfasern zur Befestigung des Zahnes aufsteigen und sich fächerförmig an die Hornrinne anlegen.

So wie die Hornkappen, sind auch die weichen Teile eines jeden Zahnes miteinander verbunden.

Die *Myxiniden-Zähne* sind (zum Unterschied von den *Petromyzoniden-Zähnen*) persistierende Gebilde, die keinem Wechsel unterworfen sind.

Die Zähne der Petromyzoniden lassen sich hinsichtlich ihrer Stellung in Zungen-, Mundhöhlen- und Lippen-Zähne, hinsichtlich ihrer Befestigung in Zähne mit basalen Knorpelkernen als innere Stütze und in Schleimhaut-Zähne ohne jede knorpelige Unterlage unterscheiden, von denen die letzteren die kleinsten sind und aus einer verdickten, vorgestülpten Stelle des Schleimhautepithels mit einer kleinen, hineingewachsenen Bindegewebspapille bestehen.



Figur 172. Figur 173.

Figur 172. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zungenspitze und ihre Dentalplatten.* (*1*) vordere, (*2*) hintere Dentalplatte der Zunge. (Nach G. Retzius)

Figur 173. Cyclostoma. — *Petromyzon-Spezies*: *Längsschnitt durch einen Schleimhaut-Zahn.* (*1*) Hornrinne; (*2*) Hornkappe; (*3*) Ersatz-Hornkappe; (*4*) Mundschleimhaut. (Nach Hansen)

Die beiden Zahn-Arten zeigen im wesentlichen denselben Bau (Figur 173, 174), und zwar von außen nach innen:

(1) Die im Gebrauch befindliche, den äußeren Abschluß des Zahnes bildende, aus etwa 3 Zellschichten bestehende, hellgelb gefärbte Hornkappe, die seitlich mehrere Zellagen tief ins Epithel eindringt und dort in der Hornrinne scharf endigt. Kerne sind in ihr nur undeutlich sichtbar.

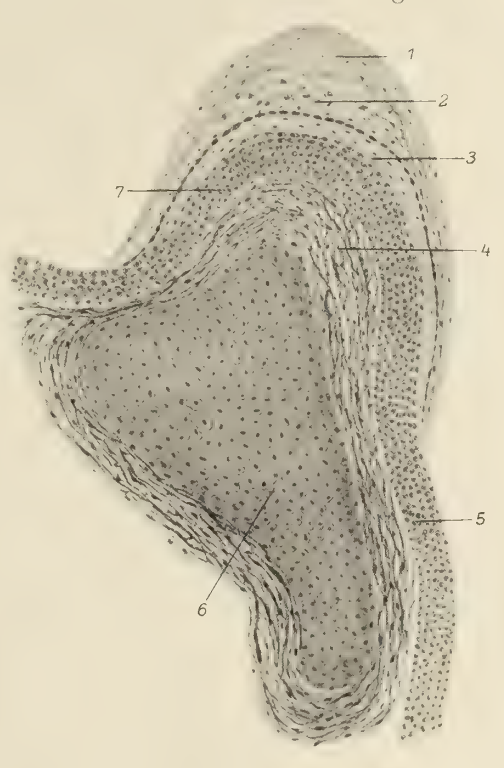
(2) Unter dieser Oberflächenschicht liegt das mehr oder weniger aufgelockerte, sternförmige Gewebe, das allmählich aus Stachel-Zellen infolge der durch das Längenwachstum in der Hornrinne (siehe dort) hervorgerufenen Spannung entstanden ist; derart, daß zunächst die Zellen unter der Spitze des Gebrauchs-Zahnes sternförmig zu einem zierlichen, durch lange Interzellularbrücken zusammenhängenden Netzwerk auseinandergezogen werden, wobei die Kerne aber nicht degenerieren. Die untersten Zellen dieser Schicht flachen sich dagegen ab und bilden eine fest zusammenhängende, der Ersatz-Hornkappe (3) aufliegende, die dünne, feine Kutikula des Ersatz-Zahnes unmittelbar nach seinem Durchbruch liefernde Schicht.

(3) Die Ersatz-Hornkappe, die den Ersatz-Zahn bildet, wenn der in Funktion befindliche abgestoßen wird. Sie ist, abgesehen von geringerer Verhornung, vollständig dem Ersatz-Zahn gleich.

(4) Die Stachelzellen-Schicht, in der die weiteren Ersatz-Zähne gebildet werden; eine Schicht, die seitlich in das Epithel der Muskelschleimhaut übergeht. Hansen, der sich eingehender in den letzten Zeiten mit den *Cyclostomen-Zähnen* beschäftigt hat, bildet an ihrer Basis gegen die Bindegewebspapille zu eine deutliche Zellschicht von Grenz-Zellen ab, die den im Inneren dieser Schicht liegenden, rundlich polyedrischen gegenüber anders aussehen.

(5) Die Unterlage des Zahnes wird gebildet durch die Bindegewebspapille, die in der Mitte des Zahnes kegelförmig aufgewölbt erscheint und in der bei den größeren, mit einem Knorpelkern ausgestatteten Zähnen eine von Bindegewebe umgebene, im großen und ganzen die Gestalt des Zahnes wiederholende knorpelige Masse gelegen ist, die zur besseren Befestigung des Zahnes dient.

Bei fortgesetztem Gebrauch wird allmählich das ganze Gewebe der 2ten, sternförmigen Gewebsschicht zu den schon erwähnten, zuerst an der Spitze auftretenden sternförmigen Zellen umgewandelt, das heißt also degeneriert, worauf die Abstoßung des Zahnes erfolgt.



Figur 174. CYCLOSTOMA. — *Petromyzon-Spezies: Längsschnitt durch einen Zahn mit basalem Knorpelkern.* (*1*) Hornkappe; (*2*) sternförmiges Gewebe; (*3*) Ersatz-Hornkappe; (*4*) Bindegewebe; (*5*) Mundschleimhaut; (*6*) Knorpel; (*7*) Stachelzellen-Schicht, die die weiteren Ersatz-Zähne bildet. (Nach Hansen)

Nach den Angaben einiger Autoren findet sich manchmal außer den erwähnten beiden Hornkappen noch die Anlage einer 3ten, was auf einen wiederholten Zahnwechsel schließen läßt. Die Gattung *Geotria* Gray hat außer diesen wechselnden Zähnen (nach Angaben von Behrens) auch einen persistierenden, den Gabel-Zahn, der einen Zahn mit Knorpelkern, aber ohne Anlage eines Ersatz-Zahnes darstellt.

Hansen faßt die *Myxiniden-Zähne* und von ihnen insbesondere die Pokalzellen-Hügel als rudimentäre, echte Zahn-Anlagen auf, die keine harte Substanz mehr abscheiden und im Lauf der Zeiten einen Funktionswechsel zu einem Stützorgan des jetzigen Hornzahnes durchgemacht haben. Und zwar als Zähne *degenerierter, gnathostomer Wirbeltiere*, die infolge der parasitären Lebensweise einen Hornüberzug bekommen haben, durch den die Zurückbildung hervorgerufen worden ist (siehe Stellung im System). *Die Petromyzoniden-Zähne* sind (nach seiner Ansicht) möglicherweise noch weiter degeneriert.

Andere Autoren, die auch die Auffassung ablehnen, *die Cyclostomen* seien *degenerierte Abkömmlinge gnathostomer Vorfahren*, vertreten den Standpunkt, daß die Hornzähne der *Cyclostomen* eine den echten Zähnen vorausgehende Art von Zähnen seien.

Nach Weissenbergs Beobachtungen brechen die Zähne *der Petromyzoniden* zu Ende der Metamorphose durch; in dem Zeitpunkt, wo die Tiere auch beginnen, sich anzusaugen. Sie werden bei *den Süßwasserneunaugen* (bei *anderen* sind noch keine genauen Untersuchungen darüber angestellt) einmal während der Zeitdauer bis zur Geschlechtsreife gewechselt. Dabei ist festzustellen, daß auch in dieser Beziehung *das Bachneunauge* die »Zwischenformen« überspringt. *Das Flußneunauge* besitzt nämlich während der Zeit unmittelbar nach der Metamorphose und während des Aufenthalts im Küstenwasser scharfe, spitze Zähne, während die 2te Zahn-Generation stumpf ist. Beim *Bachneunauge* ist auch die 1te Zahn-Anlage, sowie die 2te schon stumpf. (Die Erklärung hierfür ist unter »Biologie« gegeben.)

Bindegewebe

Einen der augenfälligsten Teile des gesamten Bindegewebes bildet das den Seitenmuskel umschließende Bindegewebe, das aus den Myosepten und Fachsepten besteht. Die Myosepten schließen die Randteile der Myocommata ab, während die Fachsepten sich zwischen die einzelnen Muskelkästchen oder Muskelfächer als Trennungsschicht einschieben.

Die Fachsepten zwischen den Randmuskelschichten (siehe dort) sind dünn und gleichmäßig breit, ohne Fett-Zellen. Dort, wo die Randmuskelfasern aufhören, werden sie dicker und erhalten ein ganz anderes Aussehen. Dieser von Muskeln freie Teil erhält den Typus des Myoseptums. Die Fachsepten gehen mit einer kurzen, 3-eckigen Verbreiterung in diese über. Das Myoseptum zeigt ziemlich unregelmäßig gelagerte Bindegewebsfibrillenbündel, zwischen denen zahlreiche Fett-Zellen liegen. Meist ist es von fibrillärem Bindegewebe von verschiedener Dicke mit dazwischengelagerten Bindegewebs-Zellen begrenzt. Die Fett-Zellen liegen in der Mitte zwischen diesen beiden Grenzschichten.

Das Bindegewebe wird also durch die Muskeln beeinflußt und ist seiner Menge, seiner Anordnung und teilweise auch seinem feineren Bau nach für jeden Muskel spezifisch.

Das axiale Bindegewebe ist im Umkreis der Chorda-Scheide nur schwach entwickelt in Form einer nur sehr unvollständig ausgebildeten, perichordalen Lage, die aus schwachen, zirkulären Faserzügen unmittelbar neben der Elastica externa der Chorda-Scheide besteht.

Um das Rückenmark bildet das Bindegewebe 3 Häute: die zu innerst gelegene, zarte, aus Längsfasern bestehende Pia mater, die mittlere, lockere Arachnoidea, die hauptsächlich aus besonders reich verästelten »Spinnen-Zellen« mit vereinzelten Fett-Zellen, sowie aus Bindegewebsfasern besteht, die dieses weiche Gewebe zu stützen haben. Die Fett-Zellen enthalten nur kleine, dicht verteilte Fetttröpfchen und haben ein Gerüst aus leicht gewundenen Fäden und einen tief eingedrückten, gebuchteten Kern. Die äußerste Bindegewebsschicht ist die derbe, aus zirkulären Fasern bestehende Dura mater, die sich unter dem Rückenmark verdünnt. Hier schließt sich an sie das flache Ligamentum longitudinale dorsale inferius zwischen sie und die Chorda-Scheide ein, die so wie das unter der Chorda verlaufende platte Ligamentum longitudinale ventrale und die Pia mater elastische Fasern enthält.

Dieser Deutung, die sehr viele Autoren, besonders die älteren, gegeben haben, steht die Darstellung Sterzis gegenüber, die immer mehr Boden gewonnen hat, und diese Hüllen als Meningeal-Hüllen bezeichnet (siehe Abschnitt: Umhüllung des Rückenmarks und Gehirns).

(Das subkutane Bindegewebe siehe bei dem Abschnitt Haut, Seite 136.)

Die verschieden dicken Bindegewebsfasern der faserigen Lamellen und Faserbündel, zwischen denen langgestreckte, schmale oder abgeplattete, oft schraubig gewundene Kerne in einem unbedeutenden spindeligen oder verästelten Zellkörper liegen, stehen in Austausch der Fibrillen. Die Fibrillen werden durch spärliche Grundsubstanz zusammengehalten.

Das parietale Bindegewebe ist im seitlichen und ventralen Teile der Leibeshöhle nur als dünnes, peritoneales Häutchen, dagegen dorsal sehr stark entwickelt und liefert dort außer dem Peritoneum ein lockeres, interstitielles, aus sternförmigen Bindegewebs-Zellen, runden, großen Fett-Zellen und aus vereinzelten Bindegewebsfasern bestehendes Bindegewebe, in dem Niere, Gonade, Aorta und Kardinalvenen nebst den zu den einzelnen genannten Organen führenden Gefäßen und außerdem reichliche Lymphräume liegen.

Eigentliche Faserlagen sind (nach K. C. Schneiders Beobachtungen) nur unter dem dorsalen Peritoneum, namentlich an der Gonade, um die Gefäße und in einer dichten Lamelle enthalten, die quer unter den Kardinalvenen durch das interstitielle Gewebe zieht und eine Trennung in einen oberen, die Hauptgefäße führenden Teil (Hauptgefäß-Region), und einen unteren, Niere und Gonade enthaltenden (Nieren-Region), bildet. Die Struktur der verschiedenen Elemente ist dieselbe wie im dermalen und axialen Bindegewebe. Pigment-Zellen kommen besonders häufig in der Nieren-Region vor, wo das interstitielle Gewebe sehr reich an engen und weiten, direkt in die Kardinalvenen einmündenden Lymphgefäßen ist. Es kann daher dort auch als lymphoides Gewebe bezeichnet werden.

Das viszerale Bindegewebe liegt außen an der Muskelhaut der Eingeweide auf und gliedert sich in das faserige Peritoneum und eine besonders reich in der Längsfalte entwickelte, in ihrem Bau dem interstitiellen Gewebe der Nieren-Region entsprechende, dicke, kavernöse Lage (lymphoides Gewebe des Darmes).

Peritoneum

Das Peritoneum besteht aus einem platten Endothel und aus der Serosa (Faserhaut), die sich aus einer äußeren, sehr dünnen, aus zirkulären, anastomosierenden, platten Fasern gebildeten elastischen Lamelle und aus einer derben, kompakten Lage von unmittelbar in die Faserzüge des Milzgewebes übergehenden, einzelne elastische Fasern enthaltenden Bindegewebsschicht zusammensetzt.

Muskulatur

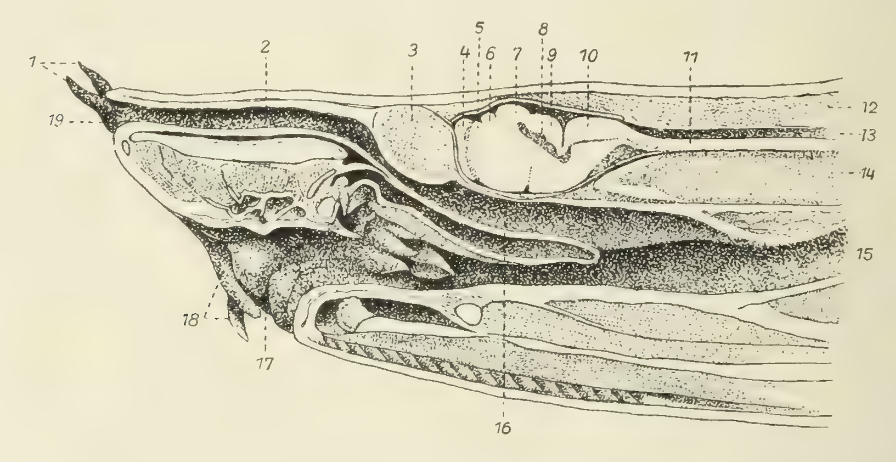
Die Muskulatur der Cyclostomen läßt sich in 3 Haupt-Gruppen gliedern: (A) die Muskulatur des Kopfes, die eine verhältnismäßig sehr reiche Gliederung aufweist, (B) die Rumpfmuskulatur, die im wesentlichen aus dem großen Seitenrumpfmuskel besteht, und (C) die Muskelelemente an und in verschiedenen Organen.

Myxiniden Kopfmuskulatur

Fürbringer, der die Kopfmuskulatur *der Myxiniden und Petromyzoniden* in grundlegender Weise bearbeitet hat, teilt die Kopfmuskulatur *der Myxiniden* in 5 Gruppen: (1) die Muskeln des Tentakelkranzes und des Nasenrohrs, (2) die Muskeln des Kieferbogens, (3) die Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge, (4) die Muskeln, die den Kieferbogen mit dem Zungenbeinbogen verbinden, und (5) die Muskeln des Schlundsegels. Im ganzen zählt er 25 Kopfmuskeln in dieser Ordnung.

Den Muskeln des Tentakelkranzes, der 1ten Gruppe, gehören an: (1) der Musculus tentacularis posterior, ein an der Seite des vorderen Kopfabschnittes subkutan gelegener, von der gemeinsamen Aponeurose der beiden dorsalen Portionen des Seitenrumpfmuskels entspringender, vorn in

3 Teilen an der basalen Außenfläche des 2ten und 3ten Tentakels inserierender breiter, platter Muskel, der die genannten Tentakel zurückzieht. Er stellt einen Abschnitt des Seitenrumpfmuskels dar, der auch von einem Ast des 1ten spinalen Nerven versorgt wird. (2) Der Musculus tentacularis anterior, ein kleiner, schlanker, am vordersten Rand der Mundöffnung gelegener, von der Basis des 4ten Tentakels entspringender, an der Basis des 1ten Tentakelknorpels inserierender Muskel, der den 1ten Tentakel zurückzieht und den 1ten und 4ten Tentakel einander nähert. (3) Der Musculus tentaculato-ethmoidalis, ein kurzer,

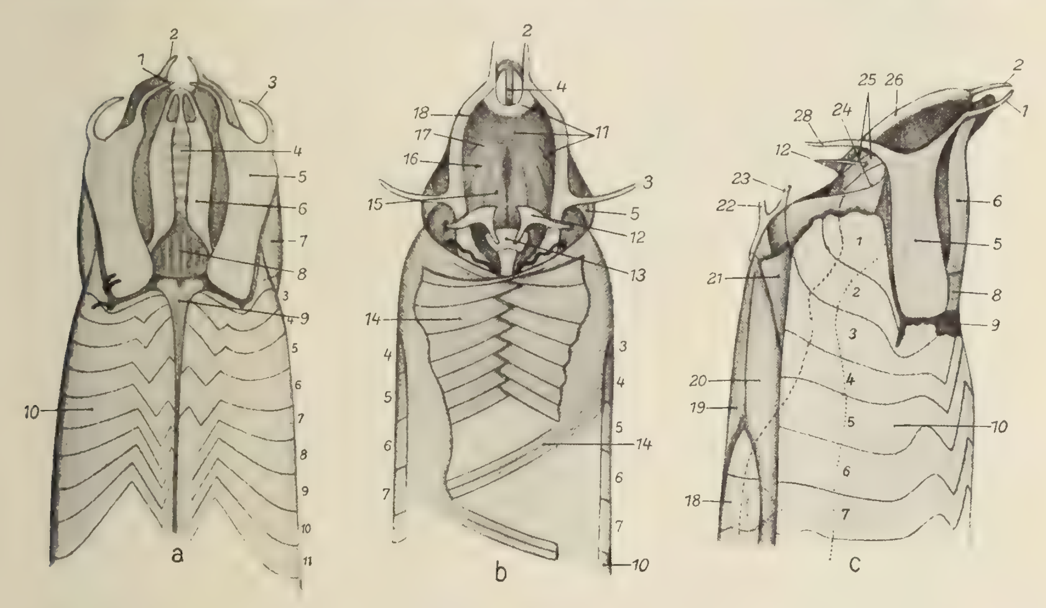


Figur 175. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *sagittaler Schnitt durch das Vorderende.* (*1*) Nasaltentakeln; (*2*) Nasen-Gang; (*3*) Geruchs-Organ; (*4*) Lobus olfactorius; (*5*) Vorhirn (Vorderhirn); (*6*) Ganglion habenulae; (*7*) Mittelhirn; (*8*) zentraler Hirnventrikel; (*9*) Hinterhirn (Kleinhirn); (*10*) Nachhirn (verlängertes Rückenmark, Medulla oblongata); (*11*) Rückenmark; (*12*) dorsale Muskellage; (*13*) Rückenmarks-Kanal (Canalis medulli-spinalis); (*14*) Chorda; (*15*) Pharynx; (*16*) Verbindungskanal zwischen Nasen-Gang und Pharynx (Nasen-Gaumen-Gang, Nasen-Rachen-Gang); (*17*) Mund-Öffnung; (*18*) Oraltentakeln; (*19*) Nasen-Loch. (Nach G. Retzius)

ziemlich kräftiger, hinter (2) über der Schleimhaut des Mundes gelegener, vom vorderen Abschnitt des Ethmoids entspringender, an dem inneren Basisumfang des 3ten Tentakelknorpels inserierender Muskel, der den 3ten Tentakel nach oben und medianwärts zieht und den oberen Teil der Mundöffnung verengern kann. (4) Der Musculus transversus oris, ein kurzer, ziemlich kräftiger Muskel, der am Integument inseriert und sich an der Mundschleimhaut anheftet. Er bewirkt eine Erweiterung der Mundhöhle, die beim Ansaugen notwendig ist, und auch Tentakelbewegungen. (5) Der Musculus nasalis, ein schwacher, schlanker, subkutan gelegener, vom seitlichen Abschnitt der Nasenkapsel entspringender, am 1ten Nasenrohrknorpel inserierender Muskel, der die äußere Nasenöffnung zurückzieht und dadurch die Nasenröhre verkürzt. (6) Der kleine, dünne Musculus ethmoideo-nasalis, der am vorderen Ethmoidende entspringt und mit (5) am seitlichen Umfang des vorderen Nasenrohrendes inseriert. Er rückt den 1ten Tentakel gegen das Nasenrohr und schließt so dessen Mündung.

Den Muskeln des Kieferbogens, der 2ten Gruppe, gehören 4 Muskeln an: (7) Der kräftige, größtenteils unter dem Musculus tentacularis posterior verlaufende, von der hinteren Hälfte der Gaumenleiste entspringende, an der Seitenfläche des Ethmoids ansetzende Musculus palato-ethmoidalis superficialis, der eine dorsale Biegung des Ethmoids und damit eine Zurück-

ziehung des oberen Mundrandes bewirkt, wodurch der Gaumenzahn (Ethmoidzahn) zum Erfassen der Beute nach vorn gerichtet wird. (8) Der kurze, ziemlich kräftige, unter (7) gelegene Musculus palato-ethmoidalis profundus, der am seitlichen Umfang der hinteren Ethmoidhälfte entspringt und am medianen Rand des vorderen Gaumenleistenfortsatzes inseriert. Er komprimiert die Mundhöhle seitlich. (9) Der starke, 3-eckige Musculus quadrato-palatinus, der am seitlichen Rand des subokularen Bogens des Quadratums entspringt und mit einer Sehne am lateralen Umfang des vorderen Gaumenleistenabschnittes inseriert.

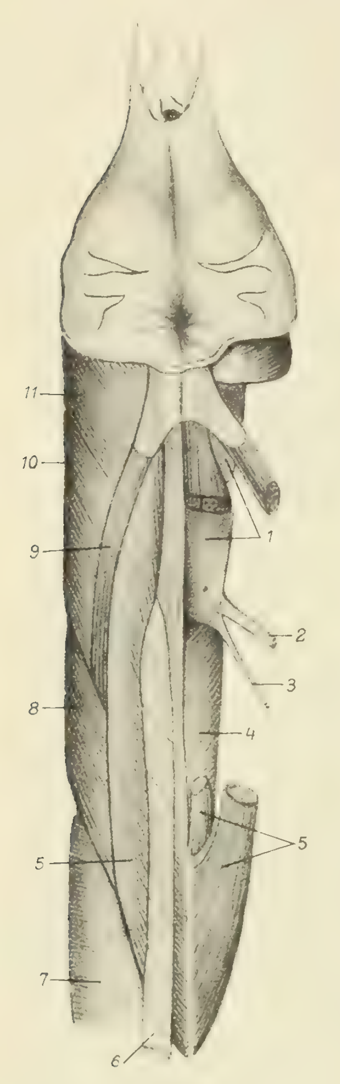


Figur 176. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *oberflächliche Kopf-Muskeln.* ***a*** von der dorsalen, ***b*** von der ventralen, ***c*** von der linken seitlichen Kopfoberfläche; nach Entfernung der Haut. (*1 bis 3*) 1ter bis 3ter Tentakel; (*4*) Nasaltube; (*5*) Musculus tentacularis posterior; (*6*) Musculus nasalis; (*7*) Musculus obliquus; (*8*) Nasen-Kapsel; (*9*) membranöses Cranium; (*10*) Musculus parietalis; (*11*) Musculus transversus oris; (*12*) 4ter Tentakel; (*13*) mittlerer Dorsalzahn; (*14*) Musculus obliquus; (*15*) Musculus palato-ethmoidalis profundus; (*16*) vereinigter äußerer und innerer Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis; (*17*) Musculus tentaculo-ethmoidalis; (*18*) Musculus rectus; (*19*) mittlerer; (*20*) seitlicher Kopf des Musculus copulo-glossus profundus; (*21*) Musculus copulo-glossus superficialis; (*22*) mittlerer Streifen der Sehne von (*21*) zur ventralen Haut; (*23*) seitlicher Streifen der Sehne von (*21*) zu (*12*) [zwischen (*22*) und (*23*) krümmt sich der mittlere Sehnenteil um den Mund]; (*24*) äußerer Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis; (*25*) hinterer, (*26*) vorderer Teil des Musculus copulo-tentaculo-coronarius. Die kleinen Ziffern zeigen die einander in den einzelnen Figuren (***a*** bis ***c***) entsprechenden Myotome an, die, wie aus ***a*** ersichtlich, auf beiden Seiten alternieren. In ***b*** ist der 4te Tentakel ausgestreckt, um seine Gestalt zu zeigen; in ***c*** gibt die punktierte Linie die Insertion des linken Musculus obliquus an, die gestrichelte den Ursprung des entsprechenden Muskels auf der rechten Seite, die beide vollständig abgetragen sind. Die Lage des 1ten Schleimsackes ist über dem 7ten Myotom punktiert angedeutet. (Nach Cole)

Er zieht den oberen Mundrand nach hinten und unten. (10) Der 2-köpfige, ebenso starke Musculus palato-coronarius, der von der Gaumenleiste entspringt und am unteren Abschnitt des Tentakelkranzes inseriert. Er zieht den unteren Mundrand nach oben und hinten.

Die 3te Gruppe, die der Muskeln des Zungenbeinbogens und der Zunge, wird aus 8 Muskeln gebildet, und zwar: (11) Dem schlanken, langen Musculus copulo-tentaculo-coronarius am unteren und seitlichen Mundrand, der vom inneren Rand der lateralen und vom äußeren Rand der medianen

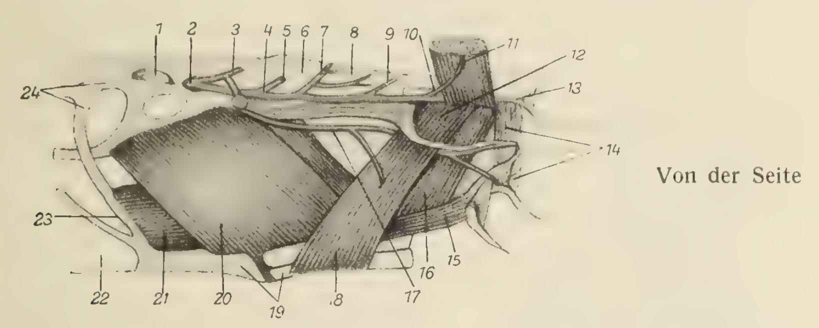
Kopularlamelle und dem beide verbindenden, sehnigen Streifen entspringt, an der Basis des 4ten Tentakels, sowie am hinteren Rand des Tentakelkranzes inseriert und den unteren Abschnitt des Tentakelkranzes zurück-, sowie den 3ten und 4ten Tentakel aufwärts zieht. (12) Dem langen, schwachen Musculus copulo-ethmoidalis, der vom vorderen Ende der lateralen Kopularlamelle entspringt, am Ethmoid inseriert und die Mundhöhle komprimiert. (13) Dem schmalen, platten Musculus hyo-copulo-glossus. Er entspringt vom Vorderrande des Hyoidstückes oder von der hinteren Kopularlamelle und inseriert mit einer Sehne an der ventralen Fläche der medianen vorderen Kopularlamelle. Vom vorderen Abschnitt dieser Sehne ausgehend, inseriert ein anderer Teil am hinteren Abschnitt der ventralen Zungenfläche. Der Muskel hebt den Mundrand und bewegt die Zunge. (14) Dem langen, ziemlich kräftigen Musculus copulo-glossus superficialis, der vom seitlichen Umfang des Endstückes der Copula entspringt und mit einer 2-gespaltenen Sehne jederseits am vorderen lateralen Umfang des vorderen Zungenknorpels inseriert. Er zieht die beiden Zungenplatten in gerader Richtung nach vorn und, bei Kontraktion des Musculus copulo-palatinus (19), auch gegeneinander, so daß die bezahnten Flächen sich berühren. (15) Dem sehr kräftigen, langen Musculus copulo-glossus profundus, der mit einem lateralen und medianen Kopf vom seitlichen und unteren Umfang der Endstück-Hinterhälfte der Copula entspringt. In ihrem Verlauf vereinigen sich die beiden Köpfe zu einem starken, 4-kantigen Muskelbauch, der in eine Sehne übergeht, die an den vorderen Umfang der vorderen Zungenknorpel ohne scharfe Grenze inseriert. Er zieht die beiden Zungenplatten nach vorn und läßt sie zugleich mit ihrer ventralen (unbewaffneten) Fläche über den vorderen unteren Mundrand gleiten, derart, daß die horizontale Stellung der Platten zur vertikalen wird und die bezahnte Fläche nach vorn sieht. Beide Zungenplatten treten dadurch mit ihrer bezahnten Fläche vor den Mund des Tieres. (Die Spitzen der hinteren Zahn-Reihen sind dann nach vorn oben und medianwärts gegeneinander gerichtet, zugleich medianwärts gegeneinander genähert.) (16) Der sehr kräftige, sehr lange und breite, platte, zylindrisch-hohle Musculus copulo-copularis, der sich so wie (17) und (18) bis an das 1te Kiemen-Paar nach hinten erstreckt und



Von unten

Figur 177. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *oberflächliche Muskeln des Kopfes nach Ablösung der schiefen Bauchmuskeln* (Musculus obliquus). (*1*) Kopularlamellen; (*2*) Zungenbein-Bogen; (*3*) Palatinum; (*4*) Kopularfortsatz; (*5*) Musculus copulo-glossus profundus; (*6*) Musculus rectus abdominis; (*7*) Musculus copulo-copularis; (*8*) Musculus copulo-quadratus superficialis; (*9*) Musculus copulo-glossus superficialis; (*10*) Musculus hyo-copulo-palatinus; (*11*) Musculus copulo-palatinus. (Nach Fürbringer)

zwischen dem Ösophagus und der Rumpfmuskulatur liegt. Er entspringt vom lateralen und unteren Umfang des Copula-Endstückes kurz hinter dem hinteren Kopularlamellen-Hinterrand. Seine Fasern verlaufen im vorderen Abschnitt ringförmig senkrecht nach oben und inserieren allmählich schichtweise an der äußeren Muskelfaszie, die sich in Form eines nach hinten geschlossenen, das kolbige Hinterende von (17) einschließenden Sackes fortsetzt. Mit seinen zirkulären Fasern inseriert er an einer dorsomedianen, vorn sehr schmalen, hinten sich verbreiternden, dünnen, festen Raphe. Die Höhlung des Muskels ist kreisrund, nach hinten konisch erweitert. Vorn geht er in das Endstück der Copula über. (17) Der sehr lange,



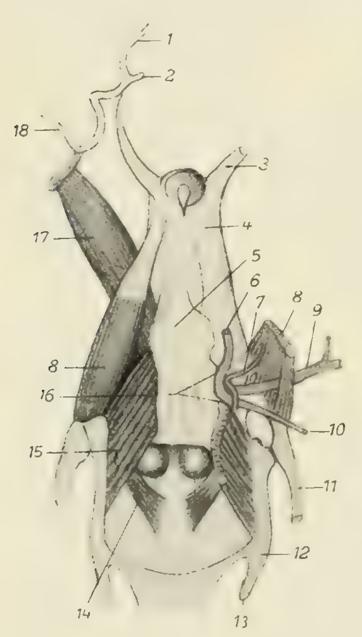
Figur 178. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Kopf-Muskeln* nach Abtragung des Seitenrumpfmuskels (nebst Musculus tentacularis posterior), der Bauchmuskeln, der Ursprungsportion des Musculus palato-ethmoidalis superficialis (dessen Insertionsteil nach oben umgeschlagen ist), des Musculus hyo-copulo-palatinus, Musculus copulo-quadratus superficialis und Musculus cranio-hyoideus. Die beiden Hautäste des Nervus ophthalmicus und der Muskelast für den Musculus nasalis sind abgeschnitten. (*1*) Gehör-Kapsel; (*2*) Nervus ophthalmicus; (*3*) Ramus cutaneus superior posterior von (*2*); (*4*) Nervus opticus und rudimentäres Auge; (*5*) Ramus cutaneus superior anterior von (*2*); (*6*) Nasen-Kapsel; (*7*) Ramus nasalis von (*2*); (*8*) Nasenrohr; (*9*) Ramus muscularis von (*2*) für den Musculus nasalis; (*10*) Ramus muscularis von (*2*) für den Musculus palato-ethmoidalis superficialis; (*11*) Musculus palato-ethmoidalis superficialis; (*12*) Musculus palato-ethmoidalis profundus; (*13*) Endfortsatz des Nervus ophthalmicus; (*14*) Musculus tentaculo-ethmoidalis; (*15*) Musculus copulo-tentaculo-coronarius; (*16*) Musculus copulo-ethmoidalis; (*17*) oberflächlicher Zweig des Ramus anterior des Ramus externus des Nervus maxillaris (trigeminis); (*18*) Musculus copulo-palatinus; (*19*) Kopularlamellen; (*20*) Musculus copulo-quadratus profundus; (*21*) Musculus hyo-copulo-glossus; (*22*) Kopularfortsatz; (*23*) Palatinum; (*24*) Zungenbein-Bogen. (Nach Fürbringer)

kräftige, im Hohlraum von (16) liegende, runde, nach hinten entsprechend diesem Hohlraum konisch verdickte Musculus longitudinalis linguae, der in seinem hinteren Teil aus 2 mit ebenen Flächen aneinanderschließenden Hälften besteht, die hinten bogenförmig in einer Schlinge ineinander übergehen. Er entspringt hinten an der dorsalen Raphe des Musculus copulo-copularis und dessen Umgebung und geht vorn in eine starke Sehne über, die sich in dem vorderen Teil spaltet und am Hinterrande der hinteren und vorderen Zungenknorpel inseriert. (18) Der schwächere, nach vorn zu keilförmig zugeschärfte Musculus perpendicularis, der am ventralen Knorpelstab entspringt, innerhalb der erwähnten Schlinge von (17) nach oben geht und an der ventralen Fläche der dorsalen Knorpelplatte inseriert.

(16) bis (18) besorgen die Bewegung der Zunge, die feilende und kratzende Bewegung der Zähne.

Die 4te Gruppe, die der Muskeln, die den Kieferbogen mit dem Zungenbeinbogen verbinden, wird von 4 Muskeln gebildet, und zwar: (19) Dem platten, schwachen Musculus copulo-palatinus, der vom vorderen

Gaumenleistenfortsatz gegenüber dem Musculus palato-ethmoidalis profundus entspringt und an der ventralen Fläche der medianen Kopularlamelle nahe der Mittellinie inseriert. Er ist der Antagonist des eben genannten Muskels und schafft für den Durchgang der Zungenplatte in der Mundhöhle die nötigen Bedingungen, indem er die Mundhöhle seitlich komprimiert. (20) Dem breiteren, kräftigeren Musculus hyo-copulo palatinus, der vom vorderen Gaumenleistenfortsatz entspringt, stark divergierend nach unten und hinten läuft und im hinteren Teil der Kopularlamelle sowie am Vorderrand der unteren Hyoidhälfte inseriert. Er wirkt ähnlich wie (19). (21) Dem längeren, aber schmäleren, hinter (20) liegenden Musculus copulo-quadratus superficialis, der am unteren Rand des Quadratums und von der Faszie des Musculus copulo-quadratus profundus entspringt und am seitlichen Umfang des Copula-Endstückes inseriert. Er unterstützt den vorigen Muskel. (22) Dem flachen, breiten Musculus copulo-quadratus profundus, der, größtenteils unter (21) gelegen, am ganzen Unterrand des Quadratums und vom oberen und vorderen Abschnitt des Zungenbeinbogens entspringt und am lateralen Rand der lateralen und der hinteren Kopularlamelle inseriert. Er ist der Antagonist der 3 vorhergehenden Muskeln und zieht den vorderen Mundrand rück- und aufwärts und erweitert die Mundhöhle seitlich.

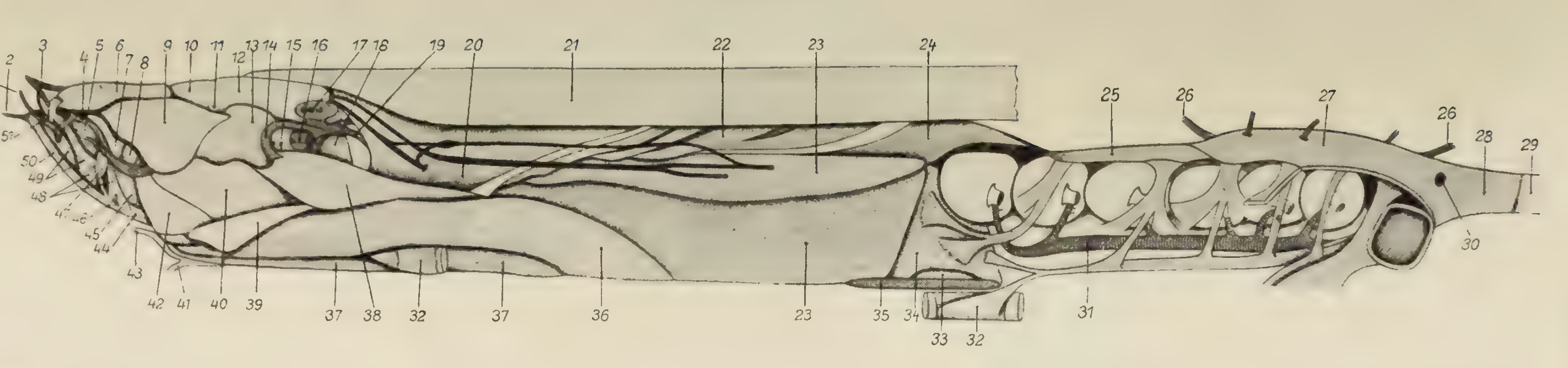


Figur 179. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *ventrale Ansicht der Muskeln des Schlund-Segels und der unter der Mundschleimhaut gelegenen Gaumenleisten-Muskeln.* Der Ramus internus, sowie der vordere und hintere Ast des Ramus externus abgeschnitten. (*1*) 2ter Tentakel-Knorpel; (*2*) Tentakel-Kranz (Corona); (*3*) Processus spinosus aus der Gaumen-Leiste; (*4*) Palatinum (Gaumen-Leiste); (*5*) Vomer; (*6*) Ramus anterior, (*7*) Muskeläste des Ramus medius des Ramus externus vom Nervus maxillaris (trigemini); (*8*) Musculus quadrato-palatinus; (*9*) Ramus posterior des Ramus externus vom Nervus maxillaris; (*10*) Ramus internus des Nervus maxillaris; (*11*) Zungenbein-Bogen; (*12*) Schlundsegel-Halter (Pars horizontalis); (*13*) Querbügel des Schlund-Segels (Pars transversa); (*14*) Musculus velo-spinalis; (*15*) Musculus velo-quadratus; (*16*) Nervus maxillaris (Ramus maxillaris trigemini); (*17*) Musculus palato-coronarius; (*18*) 3ter Tentakel-Knorpel. (Nach Fürbringer)

Der 5ten Gruppe, den Muskeln des Schlundsegels endlich, gehören 2 Muskeln an: (23) Der ziemlich kräftige, rhomboidale Musculus velo-quadratus, der größtenteils vom Quadratum entspringt und am Schlundsegelhalter in dorsalwärts konvexem Bogen inseriert. Er zieht das Velum gegen die Nasen-Gaumenöffnung an und verschließt diese dadurch. (24) Der kleine, schmale Musculus velo-spinalis, der vom Köpfchen des seitlichen Schlundsegelhalters entspringt und am lateralen und unteren Umfang der Wirbelsäule kurz hinter den Gehörkapseln inseriert. Er spannt das Velum seitlich.

Außer diesen Muskeln findet sich (25) noch ein rudimentärer, dicht hinter den Gehörkapseln entspringender, am Zungenbeinbogen am Vorderrande des Hyoids inserierender Muskel, der Musculus cranio-hyoideus. Er ist so gut wie funktionslos, stellt aber wohl das Rudiment eines Muskels vor, der den Zungenbeinbogen gegen das Cranium bewegt hat.

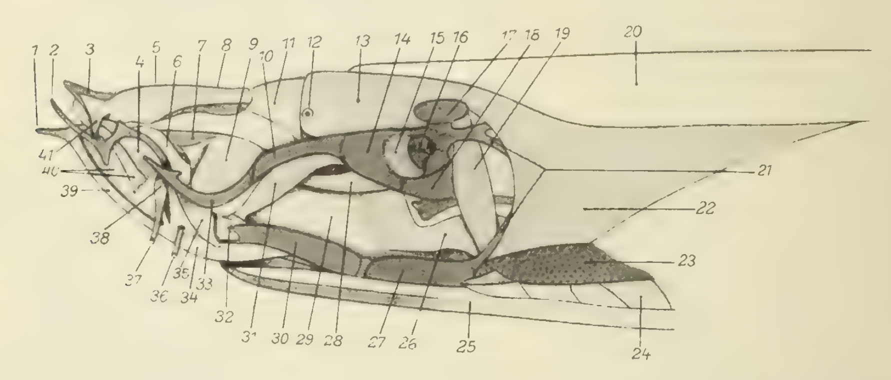
Von links



Figur 180. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Oberflächen-Muskeln des Kopfes und der Kiemen-Region.* Der Musculus tentacularis posterior, die Myotome mit Ausnahme der dorsal von der Kiemen-Region gelegenen, der Musculus rectus, ausgenommen seine Insertion und sein abgetrennter Teil in der Ebene der 1ten Kieme, der Musculus obliquus, der größere Teil der einheitlichen hinteren Scheide des Musculus constrictor branchiarum et cardiae, die ausführenden Kiemen-Gänge und der Ductus oesophago-cutaneus, das Herz und die linke vordere Kardinal- und untere Jugular-Vene sind abgetragen. (*1*) 2ter, (*2*) 1ter Tentakel; (*3*) Nasaltube; (*4*) lateraler Lippen-Knorpel; (*5*) Musculus tentaculo-ethmoidalis; (*6*) Musculus nasalis; (*7*) Musculus coronarius; (*8*) Musculus palato-ethmoidalis profundus; (*9*) Musculus palato-ethmoidalis superficialis; (*10*) Nasen-Kapsel; (*11*) Auge; (*12*) membranöses Cranium; (*13*) Musculus copulo-quadratus profundus; (*14*) »Pterygo-quadratum«; (*15*) mittlerer Teil des Musculus velo-quadratus; (*16*) äußere seitliche Velarspange; (*17*) Gehör-Kapsel; (*18*) Musculus cranio-hyoideus; (*19*) 1ter »Branchialbogen«; (*20*) 1ter Teil des Musculus constrictor pharyngis; (*21*) Musculus parietalis; (*22*) 2ter Teil des Musculus constrictor pharyngis; (*23*) Musculus copulo-copularis; (*24*) 3ter Teil des Musculus constrictor pharyngis; (*25*) paariger Vorderast des Musculus constrictor branchiarum et cardiae; (*26*) Aorta (systemica); (*27*) Kiemen-Teil, (*28*) Herz-Teil des Musculus constrictor branchiarum et cardiae; (*29*) Ösophagus; (*30*) Gefäß-Öffnung im Musculus constrictor branchiarum et cardiae; (*31*) Aorta (cardiaca); (*32*) Musculus rectus; (*33*) Musculus perpendicularis; (*34*) Musculus longitudinalis linguae; (*35*) untere knorpelige Spange (chondroide Spange); (*36*) seitlicher, (*37*) mittlerer (medianer) Kopf des Musculus copulo-glossus profundus; (*38*) Musculus copulo-quadratus superficialis; (*39*) Musculus copulo-glossus superficialis; (*40*) Musculus hyo-copulo-glossus; (*41*) mittlerer Sehnenstreifen von (*39*) zur Haut; (*42*) Musculus copulo-palatinus; (*43*) seitlicher Sehnenstreifen von (*39*) zum 4ten Tentakel; (*44*) 1ter (Haupt-)Kopf des Musculus copulo-tentaculo-coronarius; (*45*) äußerer Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis; (*46*) 4ter, (*47*) 3ter Tentakel; (*48*) hinterer Teil des Musculus copulo-tentaculo-coronarius; (*49*) Musculus transversus oris; (*50*) vorderer Teil des Musculus copulo-tentaculo-coronarius (= Musculus tentacularis anterior nach Fürbringer); (*51*) Musculus ethmoideo-nasalis. (Nach Cole)

Zu den Ausführungen Fürbringers (die Cole in seiner ausgezeichneten und ausführlichen *Monographie über die Myxiniden* gleichfalls in vielen Beziehungen als Grundlage nimmt) sei noch kurz im folgenden hinzugefügt, was nach den Untersuchungen Coles Fürbringers Auffassungen im wesentlichen widerspricht oder sie ergänzt.

Beim Musculus transversus oris (4) unterscheidet Cole eine ventrale Kommissur und eine dorsale Pseudokommissur. Er bezweifelt, ob er tatsächlich die ihm von Fürbringer zugeschriebene Funktion hat.



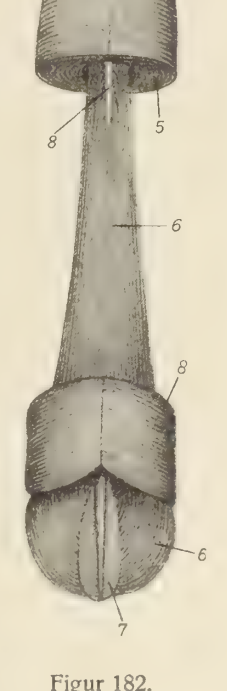
Figur 181. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *linke Tiefen-Muskeln des Kopfes.* (Außer den in Figur 180 entfernten Teilen sind hier noch entfernt: der Musculus copulo-quadratus superficialis, copulo-quadratus profundus, copulo-glossus superficialis, der seitliche Kopf des Musculus copulo-glossus profundus, der Musculus copulo-palatinus, hyo-copulo-palatinus und der Musculus palato-ethmoidalis superficialis.) (*1*) 2ter, (*2*) 1ter Tentakel; (*3*) Nasaltube; (*4*) Musculus tentaculo-ethmoidalis; (*5*) seitlicher Lippen-Knorpel; (*6*) Musculus coronarius; (*7*) Subnasalspange; (*8*) Musculus nasalis; (*9*) Musculus palato-ethmoidalis profundus; (*10*) »Palatinalspange«; (*11*) Nasalkapsel; (*12*) Auge; (*13*) membranöses Cranium; (*14*) »Pterygoquadratum«; (*15*) mittlerer Teil des Musculus velo-quadratus; (*16*) äußere laterale Velarspange; (*17*) Gehörkapsel; (*18*) Hyoidbogen; (*19*) Musculus cranio-hyoideus; (*20*) Musculus parietalis; (*21*) 1ter Branchialbogen; (*22*) 1ter Teil des Musculus constrictor pharyngis; (*23*) hinteres Segment der Basalplatte; (*24*) Musculus rectus; (*25*) lateraler Kopf des Musculus copulo-glossus profundus; (*26*) Musculus hyo-copulo-glossus; (*27*) mittleres Segment der Basalplatte; (*28*) Musculus quadrato-palatinus; (*29*) umhüllende Mucosa des Dental-Apparates; (*30*) äußere Spange des Vordersegmentes der Basalplatte; (*31*) äußerer Kopf des Musculus palato-coronarius; (*32*) innerer Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis; (*33*) Cornualknorpel; (*34*) 1ter (Haupt-)Kopf des Musculus copulo-tentaculo-coronarius; (*35*) äußerer Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis, (*36*) 4ter, (*37*) 3ter Tentakel; (*38*) hinterer, (*39*) vorderer Teil des Musculus copulo-tentaculo-coronarius) (= Musculus tentacularis anterior nach Fürbringer); (*40*) Musculus transversus oris; (*41*) Musculus ethmoideo-nasalis. (Nach Cole)

Die End-Insertion von Fürbringers Musculus copulo-tentaculo-coronarius (11) stellt (nach Cole) einen eigenen Muskel, den Musculus coronarius (11a), dar, da er keine engere Verbindung zwischen ihm und dem erstgenannten Muskel finden konnte, als sie auch sonst zwischen 2 verschiedenen Muskeln zu finden ist. Er hat vor allem unabhängige Muskelfasern.

Der Coronarius ist ein sehr kleiner Muskel, der von der Dorsalfläche des lateralen Lippenknorpels unmittelbar hinter dessen Verschmelzung mit dem Knorpel des 3ten Tentakels entspringt und dessen Ursprung unmittelbar vor der mit ihm in Kontakt stehenden, bindegewebigen, oft knorpeligen Verbindung zwischen Labialis lateralis und den Cornua trabeculae liegt. Er inseriert auf der hinteren Dorsalfläche des seitlichen Lippenknorpels unmittelbar hinter seinem inneren Fortsatz. Vielleicht hilft er bei der Bewegung des 1ten Tentakels.

Über den Musculus hyo-copulo-glossus (13) sagt Cole, daß dessen von Fürbringer als Sehne beschriebener Teil in Wahrheit einen Teil der allgemeinen Muskelfaszie darstellt. Der Muskelteil ist sicher nicht in Verbindung mit dem 4ten Tentakel, sondern geht hauptsächlich zur Mucosa des Mundes. Auch bezüglich der Funktion des Muskels ist Cole anderer Ansicht als Fürbringer, der diesen Muskel als eine Art »Spannseil« für den Zahn-Apparat ansieht, der die Zunge verhindert, zu weit in irgendeiner Richtung zu wirken; während Cole seine Beziehung zur ventro-lateralen Mucosa des Mundes in den Vordergrund schiebt, auf die er einen Zug nach hinten ausübt, durch den natürlich auch der 4te Tentakel zurückgezogen wird. Der Muskel ist nach seiner Ansicht als Antagonist des Musculus copulo-glossus superficialis (14) zu betrachten. Es ist überhaupt (nach Coles Untersuchungen im Gegensatz zu Fürbringer) festzustellen, daß »Zunge« und Mucosa, die aufs innigste miteinander verbunden, (wie Cole sagt) »ein und dasselbe« sind — daher auch nicht jedes einzeln, sondern nur beide zusammen bewegt werden können.

Der Musculus copulo-copularis (16), Musculus longitudinalis linguae (17) und Musculus perpendicularis (18) werden von Cole unter dem Namen des »keulenförmigen Muskels« in eine Gruppe zusammengefaßt. Bezüglich der Funktion dieses keulenförmigen Muskels stimmt er im Gegensatz zu den Ausführungen Fürbringers denen Johannes Müllers bei, daß nämlich der Perpendicularis durch Flachpressung des Hinterendes der Muskelmasse dieses Ende des longitudinalis fixiert, während dieser letztere durch scharfes Zurückziehen des Dental-Apparates die Ventralzähne instand setzt, die mit dem Gaumenzahn festgehaltene Beute anzuraspeln und zu »feilen«. Der Copulo-copularis fixiert den Longitudinalmuskel in der Retraktionsstellung.



Figur 182. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Ventralansicht des keulenförmigen Muskels* (*Musculus copulo-copularis, Musculus longitudinalis linguae und Musculus perpendicularis*). Ein mittleres Stück des Musculus copulo-copularis ist entfernt, um die konische Gestalt des Musculus longitudinalis zu zeigen. (*1*) Kopularlamellen; (*2*) Zungenbein-Bogen; (*3*) Palatinum; (*4*) Kopularfortsatz; (*5*) Musculus copulo-copularis; (*6*) Musculus longitudinalis linguae; (*7*) ventrales Knorpel-Plättchen; (*8*) Sehne des Musculus longitudinalis linguae. (Nach Fürbringer)

Figur 182.

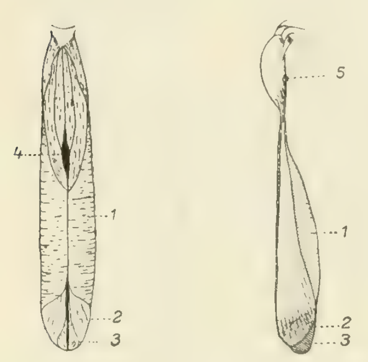
Dazu ist ergänzend zu erwähnen, daß der Dental-Apparat für gewöhnlich so gestellt ist, daß der Longitudinalis zumeist in Kontraktion ist.

Der Musculus velo-quadratus (23) ist (nach Cole) in 3 Teile geteilt, einen ventralen, einen mittleren und einen dorsalen, und dürfte wohl eine rhythmische, pulsierende Bewegung des Velums hervorrufen, durch die das Atemwasser in den Pharynx zieht.

Den Musculus tentacularis anterior (21; nach Fürbringer) führt Cole überhaupt nicht an; dagegen beschreibt er auch die der Kiemen-Region angehörigen

Muskeln von *Myxine* Linnaeus sehr ausführlich und genau; diese Beschreibung ist den folgenden kurzen Darstellungen zugrunde gelegt.

Ein sehr langer kräftiger Muskel ist der 3-teilige Musculus constrictor pharyngis, dessen 2ter und 3ter Teil aber nicht besonders scharf auseinanderzuhalten sind. Der 1te Teil entspringt in der Hauptsache an der zähen Gefäßfaszie, die die hinter den Gehörkapseln liegenden Parachordalia bedeckt, erstreckt sich von da abwärts rückwärts und leicht auswärts, bis dorthin, wo der Seitenmuskel sich mit der Chorda berührt, und zieht von da geradeaus parallel mit der Chorda. Vom Ursprung konvergieren seine Fasern scharf rund um die Seitenwand des Darmes. Der Muskel bedeckt den Kiemenkorb äußerlich, vom 1ten Kiemenbogen nach hinten, ausgenommen das ventrale Drittel dieses Bogens. Im allgemeinen gleicht er einem offenen Fächer. Seine durch den Musculus copulo-quadratus superficialis verdeckte Insertion ist recht kompliziert. Ein Teil inseriert am 1ten (und 2ten) Kiemenbogen, der Hauptteil aber innerhalb des dorsolateralen, freien Randes des U-förmig gebogenen hinteren Abschnittes der dorsalen Platte.



Figur 183. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma polytrema* Girard: *keulenförmiger Muskel.* (*1*) Ringmuskel; (*2*) Längsmuskel; (*3*) perpendikulärer Muskel; (*4*) Basalplatte; (*5*) Zahn-Platte. (Nach Worthington)

Der 2te Abschnitt hat kürzere Fasern und ist nicht so kompakt wie der 1te, sondern besteht aus einer Anzahl einzelner Bündelchen, die alle von der oberflächlichen inneren Faszie des Musculus parietalis, nicht weit entfernt von der Mittellinie, entspringen. Seine Fasern ziehen gerade vorwärts und etwas abwärts und aufwärts und inserieren an der äußeren Faszie des dorsolateralen Gebietes, des Copulo-copularis.

Der 3te Teil ist wieder kompakter als der 2te. Das Ursprungsgebiet seiner vorderen Hälfte bildet die Fortsetzung des Ursprungsgebietes des 1ten und 2ten Muskelabschnittes. Seine hintere Hälfte entspringt von der ventralen Fläche einer bindegewebigen Scheide, die vom Konstriktor der Kiemen zur dorsalen inneren Oberflächenfaszie zieht. Die vorderen Fasern haben ähnlichen Verlauf wie die des 2ten Muskelteiles, die hinteren ziehen zuerst vorwärts über die 1te Kiementasche. Alle Fasern inserieren in der äußeren Faszie des Copulo-copularis in der Dorsal-Region nahe der Mittellinie.

Der Constrictor pharyngis zieht den Basalplatten- und Zahnmuskel-Komplex aufwärts und rückwärts, preßt dadurch den Darm gegen den Musculus parietalis und die Chorda und schließt ihn auf diese Weise ab.

Der Musculus constrictor branchiarum et cardiae wird von Cole als ein einziger Muskel beschrieben im Gegensatz zu Johannes Müller, der die beiden aus dem obigen Namen des Muskels ersichtlichen Teile als 2 eigene Muskeln darstellt. Dieser sehr auffällige und sehr komplizierte Muskel variiert außerordentlich stark in seiner allgemeinen Form und Anordnung, von der Figur 184 ein ungefähres Bild geben kann. Er bildet eine Anzahl von Schleifen und Schlingen, die zu den einzelnen Kiemen in Beziehung stehen. Seine Funktion besteht in der kräftigen Zusammenziehung des Ösophagus unmittelbar hinter der Kiemen-

Region, so daß das Atemwasser an dem Eintritt in den Darm gehindert wird, und in der Schließung des Ductus oesophago-cutaneus. Möglicherweise dient er auch zur Kontrolle des Blutdrucks in dem ausgedehnten Gefäßraum-System, das die Kiemen-Region umgibt.

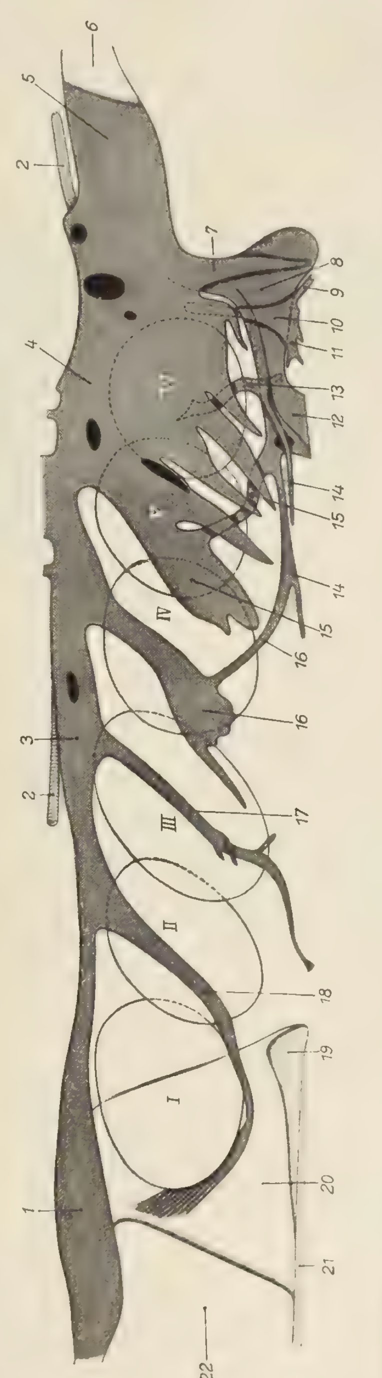
(Über die Innervierung der Muskeln siehe unter Nerven-System, Muskel-Innervierung.)

Petromyzoniden Kopfmuskulatur

Die Studien Fürbringers sind, soweit sie sich auf *Petromyzoniden* erstrecken, durch Tretjakoff in neuester Zeit ergänzt worden. Wir können demnach im Bereich des Kopfes 7 Gruppen von Muskeln unterscheiden: (1) die prootischen Parietalmuskeln, (2) die Augenmuskeln, (3) die Tiefenmuskeln, (4) die Muskeln des Kieferbogens, (5) die Schlundmuskeln, (6) die Reusenmuskeln und (7) die Kiemenmuskeln; zusammen eine Zahl von 29 verschiedenen Muskeln, die im folgenden kurz besprochen werden sollen.

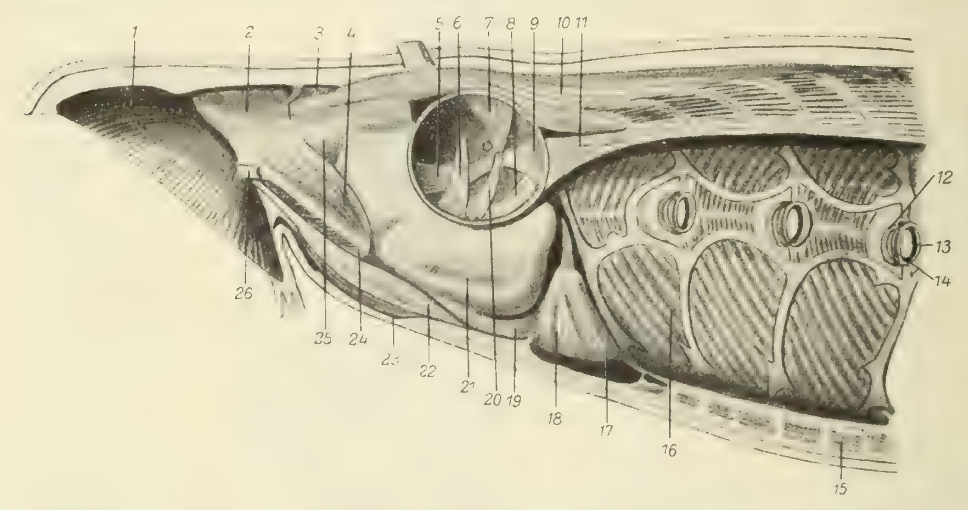
Die 1te Muskel-Gruppe ist mit Myosepten und mit Skelettstücken verbunden. Sie unterstützt die tieferliegenden Kopfmuskeln bei den Biegungen des Kopfes und bei Bewegungen der Knorpel. Sie ist typisch segmentiert und mit Myosepten versehen, die aber nicht in fester Verbindung mit den Kopfknorpeln sind.

Die prootische Parietalmuskulatur besteht aus 4 Muskeln: (1) Einem ventralen Teil, dem platten und aus mehreren Muskel-Segmenten zusammengesetzten Musculus subocularis. Er entspringt von der Parietalmuskulatur des Kiemen-Gebietes längs des hypotrematischen Abschnittes des Hyoidbogens, wird rostral schmäler, geht bis zum Ringknorpel und neben diesem in eine kurze Sehne über, die im Grübchen des Ringknorpels inseriert. Er hilft den Kopf nach der Seite biegen. Wenn die Suboculares beider Seiten



Figur 184. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Musculus constrictor branchiarum et cardiae.* Die Lakunen des Muskels sind schwarz dargestellt. Die Kiemen sind mit den Nummern *I* bis *VI* bezeichnet. (*1*) 3te Abteilung des Musculus constrictor pharyngis; (*2*) Aorta (systemica); (*3*) paariger Vorderast, (*4*) Kiemen-Teil, (*5*) Herz-Teil des Musculus constrictor branchiarum et cardiae; (*6*) Ösophagus; (*7*) Ast von (*5*) zum ventralen hinteren Knorpelfortsatz des Ductus oesophago-cutaneus; (*8*) Muskelröhre für den Ductus oesophago-cutaneus, zu (*5*) gehörend; (*9*) Konstriktor des Ductus oesophago-cutaneus; (*10*) 6te Schleife des Muskels; (*11*) äußerer, (*12*) innerer Teil der ventralen Insertion; (*13*) 5te Schleife des Muskels; (*14*) ventraler Längstrakt; (*15*) 4te, (*16*) 3te, (*17*) 2te, (*18*) 1te Schleife des Muskels; (*19*) Musculus perpendicularis; (*20*) Musculus longitudinalis linguae; (*21*) untere Knorpelspange; (*22*) Musculus copulo-copularis. (Nach Cole)

zusammenwirken, ziehen sie den Ringknorpel nach hinten. (2) Dem schmalen, dicken Musculus supraocularis, der aus der im Gebiet der Ohrblasen, über der dorsalen, knorpeligen Brücke der Schädelkapsel, median in einen rechten und linken Teil getrennten, dorsalen Muskulatur entspringt, sich oberhalb der Augenhöhle bis zum Trabekel fortsetzt und an dessen dorsaler Oberfläche ohne Sehne inseriert. Er zieht den Vorderrand der Trabekel nach oben, bei einseitiger Wirkung hilft er auch bei der Biegung des Kopfes mit. (3) Dem oben schmalen,

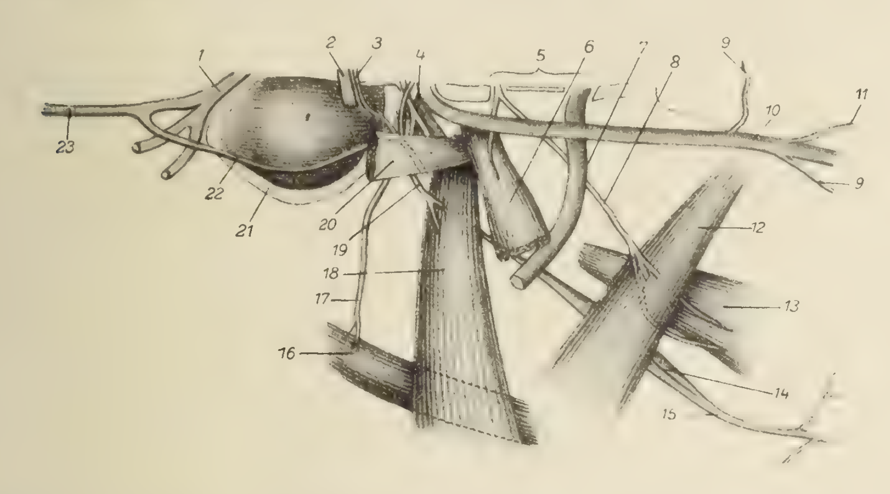


Figur 185. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Seitenansicht der Kopf-Muskulatur* nach Entfernung des ventralen und des die Kiemen-Bogen überdeckenden Teiles der dorsalen Parietalmuskulatur. (*1*) Musculus annularis; (*2*) Cartilago tectoria; (*3*) Cartilago trabecularis; (*4*) Musculus tectospinosus anterior; (*5*) Musculus rectus anterior; (*6*) Musculus obliquus anterior; (*7*) Musculus rectus superior; (*8*) Musculus obliquus posterior; (*9*) Musculus rectus posterior; (*10*) Musculus supraocularis; (*11*) Musculus cornealis; (*12*) Musculus sphincter branchialis; (*13*) kaudales Bündel von (*12*); (*14*) Cartilago extrabranchialis; (*15*) ventrale Parietalmuskulatur im medianen Längsschnitt durch die Körperwand (Musculus rectus nach Cole); (*16*) Musculus constrictor branchialis externus; (*17*) Musculus mandibulari-branchialis; (*18*) Cartilago mandibularis; (*19*) Musculus basilari-glossus; (*20*) Musculus rectus inferior; (*21*) Musculus basilaris mit der Speichel-Drüse; (*22*) Musculus annulo-glossus; (*23*) Musculus copulo-glossus rectus; (*24*) Musculus spinoso-copularis; (*25*) Musculus tectospinosus posterior; (*26*) Sehne des Musculus subocularis. (Nach Tretjakoff)

in der Tiefe verbreiterten, vor der 1ten rostralen Kiemenöffnung liegenden Musculus praebranchialis, der den dorsalen Teil der Parietalmuskulatur mit dem kaudalen Rand des Subocularis verbindet. Teilweise inseriert er an der kaudoventralen Seite der fibrösen Kapsel der Augenhöhle. Sein oberflächlicher Teil unterstützt den Musculus supraocularis (2), der tiefe Teil spannt die fibröse Kapsel der Augenhöhle und dient zur Erweiterung der in ihr vorhandenen venösen Sinusräume. (4) Dem 3-eckigen, vorn breiten Musculus cornealis, der hinten mit der Spitze an dem den Musculus praebranchialis an seiner kaudalen Seite begrenzenden Myoseptum befestigt ist. Er besteht aus einem kleineren dorsalen und einem größeren ventralen Bündel. Das ventrale inseriert an der fibrösen Kapsel der Augenhöhle. Es vermindert, gespannt, die Wölbung der Hornhaut und dient also der Akkommodation des Auges.

Die 2te Gruppe zählt 6 Muskeln, und zwar: (5) Den von der kaudalen Sehnervenscheide gleich nach dessen Austritt aus der Schädelwand entspringenden, 3-eckigen Musculus rectus superior, der am vorderen Viertel des Skleralrandes

inseriert. Er dreht den Augapfel nach oben und rotiert ihn mit dem dorsalen Pol rostralwärts. (6) Den kaudal unterhalb vom proximalen Ende von (5) entspringenden, gleichschenkeligen 3-eckigen Musculus rectus posterior, der am hinteren Quadranten des Skleralrandes inseriert und den Augapfel nach hinten dreht. (7) Den ebenfalls gleichschenkeligen 3-eckigen, von der knorpeligen Schädelwand rostral unter dem Sehnerven entspringenden Musculus rectus anterior, der nahe der Grenze zwischen Sclera und hinterer, dichter Schicht der Hornhaut



Figur 186. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Augen-Muskeln und Hirn-Nerven* nach Entfernung des Bulbus. Seitenansicht. Musculus rectus superior nach unten geschlagen, der äußere obere Abschnitt der Gehör-Kapsel abgetragen, um den Verlauf des Nervus facialis durch ihre vordere Wand zu zeigen. (*1*) Nervus vagus; (*2*) Nervus acusticus; (*3*) Nervus facialis; (*4*) Ramus maxillaris trigemini; (*5*) gemeinsame, durch sehniges Septum geschiedene Öffnung für (*7*) und (*8*); (*6*) Musculus rectus superior; (*7*) Nervus opticus; (*8*) Nervus oculomotorius; (*9*) sensible Ophthalmicus-Äste; (*10*) Ramus ophthalmicus trigemini; (*11*) Ramus nasalis ophthalmici; (*12*) Musculus obliquus anterior; (*13*) Musculus rectus anterior (internus); (*14*) Ganglion des Nervus facialis; (*15*) Nervus facialis; (*16*) Musculus obliquus posterior (superior); (*17*) Nervus trochlearis; (*18*) Musculus rectus inferior; (*19*) Nervus abducens; (*20*) Musculus rectus posterior (externus); (*21*) Gehör-Kapsel; (*22*) Ramus recurrens nervi facialis; (*23*) Ramus lateralis vagi. (Nach Fürbringer)

inseriert. Er dreht den Augapfel nach vorn. (8) Den strangförmigen, von der Schädelwand unterhalb von (5) entspringenden Musculus rectus inferior, der neben dem Rand der hinteren dicken Hornhautschicht inseriert und den Augapfel nach unten und zugleich seinen unteren Pol nach hinten dreht. (9) Den Musculus obliquus anterior, der am rostralen Teil des unteren Viertels des skleralen Randes befestigt ist, teilweise von der knorpeligen Schädelwand, teilweise von der Membran entspringt und rostral oberhalb des Sehnerven inseriert. Er ist der längste von allen Augenmuskeln und dreht die äußere Seite des Augapfels nach unten. (10) Den Musculus obliquus posterior, dessen größter Teil außerhalb der venösen Augenhöhlen-Sinusse liegt, mit seinem kaudalen Endabschnitt (nach Tretjakoff) in die orbitale, fibröse Wand eingeschlossen ist und einen in den supramuskulären Sinus vortretenden Wulst bildet. Er setzt sich von da auf die äußere Seite des Musculus supraocularis fort, zwischen diesen Muskel und die untere Hautschicht. Der extraorbitale Abschnitt steigt zwischen dem vorderen Endstück der Hornhautmuskel und dem ventralen Rand des Musculus subocularis vor. Der intraorbitale Abschnitt dreht den unteren Augapfel-Pol um

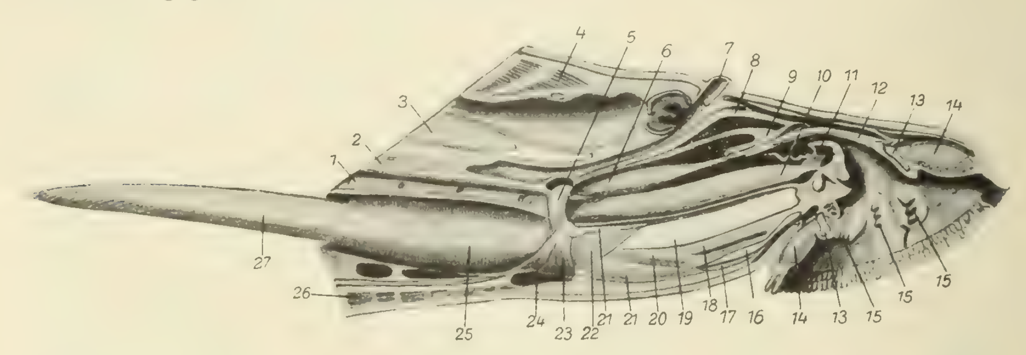
seine Seh-Achse nach hinten, der extraorbitale beschleunigt den Blutlauf in dem venösen Raum hinter der Augenhöhle (Cysterna postorbitalis).

Krause beschreibt außerdem auch eine »innere Augenmuskulatur«, die aus platten, meridional und ringförmig verlaufenden Muskelfasern besteht. Nach Ansicht Tretjakoffs, der dieses Gebilde Zellenring nennt, besteht es aus spindelförmigen und pyramidenförmigen, mit Kittsubstanz untereinander verbundenen Zellen, die keine Muskel-Zellen sind, und dient als eine mechanische Vorrichtung zur Verbindung der Balken des Kammerdreiecks mit der hinteren Schicht der Hornhaut (Descemetsche Membran). Tretjakoff beschreibt, wie bereits erwähnt, auch einen eigenen Corneamuskel, den Musculus cornealis (4), der von Weissenberg und Keibel bestätigt wird. Er hat die Aufgabe, die Cornea etwas abzuflachen und ein wenig in kraniokaudaler Richtung zu bewegen.

Die weitaus größte Zahl von Muskeln, nämlich 13, umfaßt die Gruppe der tiefen Muskeln. Ihr gehören an: (11) Der aus 3 Schichten bestehende, ringförmige Musculus annularis, dessen äußere Schicht (Annularis externus) aus Längsfasern besteht, die am ganzen Umfang des Ringknorpels inserieren, während die mittlere Schicht (Annularis medius) senkrechte und die innere (Annularis internus) ringförmig verlaufende Fasern besitzt. Er liegt ganz rostral am Ringknorpel an. Seine innere Schicht ist durch die Faszie mit den Zahnknorpeln in Verbindung. Entsprechend seinen 3 Teilen hat er 3-fache Funktion. Die äußere Schicht zieht den vorderen Mundrand nach hinten und verkürzt die Mundhöhle, die innere Schicht verengt die Mundhöhle und bewegt die 3 lateralen Hornzähne, die mittlere Schicht erweitert sie während der Kontraktion und verhindert dadurch eine Einbuchtung der Mundwandung. (12) Der lange, spindelförmige Musculus annulo-glossus, der mit runder, langer Sehne dicht neben der Insertion des Seitenrumpfmuskels am seitlichen Umfang des Ringknorpels entspringt, unter der ventralen Portion des Seitenrumpfmuskels liegend nach hinten medianwärts zieht und zwischen Musculus copulo-glossus rectus und Musculus hyo-glossus am unteren Rand des hinteren, stielförmigen Zungenknorpels inseriert. Er stößt die Zunge nach vorn und zieht den Ringknorpel nach hinten. (13) Der vom lateralen Rand des Deckknorpels (Cartilago tectoria) und von der Faszie entspringende Musculus tecto-spinosus anterior, der nach unten-hinten zum Stachelknorpel (Cartilago spinosa) zieht und diesen dorsolateral bis zu seinem Ende begleitet. Er zieht ihn nach vorn und oben. (14) Mit dem vorigen bildet der Musculus tecto-spinosus posterior äußerlich eine Einheit, deren ventrale Hälfte durch einen Sinus intermuscularis geschieden ist. Er entspringt vom lateralen Knorpel (Cartilago lateralis) und inseriert nach bogenförmigem Verlauf unter dem Rand des Deckknorpels an der Unterhautfaszie. Im hinteren Teile bildet er eine dünne Platte und bedeckt den hinteren Teil von (13). Er schiebt den oberen Rand des Deckknorpels nach oben und hilft den Stachelknorpel medianwärts ziehen. (15) Der platte, 4-eckige Musculus spinoso-copularis, der von der Copula entspringt. Er zieht zwischen Musculus annulo-glossus und Musculus copulo-glossus obliquus hindurch stark divergierend nach hinten lateralwärts und aufwärts und inseriert am medianen Rand des Stachelknorpels. Er zieht den Stachelknorpel medianwärts und nach unten gegen die Copula. Zusammen mit (13) und (14) stößt er den Stachelknorpel und zugleich den Ringknorpel vorwärts. (16) Der von der unteren Fläche des Deckknorpels entspringende, platte, 3-eckige

Musculus tecto-lateralis, der teilweise am unteren Ende des Lateralknorpels inseriert, teilweise mit seinen Sehnenbündeln, die sich mit denen der anderen Seite verbinden, bis zum Vorderrand der Platte des Kopularknorpels zieht. Er liegt unmittelbar unter dem oberen Abschnitt des Lateralknorpels, zieht den Deckknorpel abwärts und verengert dadurch den hinteren Abschnitt der Mundhöhle. (17) Der sehr komplizierte, nach Fürbringer aus 5 Teilen bestehende, unterhalb des Auges liegende Musculus basilaris, dessen vorderes Viertel aus einem oberen Teil, der Pars rhomboidea, besteht, die zwischen dem vorderen Trabekelteil und dem Hinterteil des Deckknorpels entspringt und zum Teil am rhombenförmigen Knorpel, zum Teil an der unteren Hautfaszie inseriert; und aus einem unteren Teil, der Pars glossa, deren Fasern dorsoventral mit leichter Divergenz abwärts seitwärts verlaufen. Hinter dem rhombenförmigen Knorpel liegen die 3 übrigen übereinandergelagerten Teile des Musculus basilaris. Der obere, die Pars trabecularis, verläuft parallel dem lateralen Rand der Trabekel und inseriert an deren Vorderrand. Er entspringt von der Faszie an der vorderen fibrösen Wand der Augenhöhle. Der mittlere Teil, die Pars media, bildet die Fortsetzung der Pars rhomboidea, der untere Teil verbreitert sich an seiner Unterseite trapezförmig; der unterhalb des Auges liegende Teil des Muskels, die Pars subocularis, die die Pars rhomboidea dort ersetzt, bildet den unter der Augenhöhle liegenden Randteil des Muskels. Dieser Teil inseriert in der Mitte des unteren Augenbogenrandes. Der untere Abschnitt des Muskels wird unter dem Auge abermals in einen medianen und lateralen Teil getrennt. Der hinterste Teil des Muskels verstreicht allmählich mit einem nach hinten gerichteten Faserverlauf. Zusammen mit dem der anderen Körperseite bildet er einen Kanal für den Stempelknorpel. Der Musculus basilaris erweitert mit der Pars rhomboidea den hinteren Teil der Mundhöhle, die Pars trabecularis und subocularis erweitert die orbitalen venösen Räume, die postorbitale Hälfte des Muskels übt auch einen Druck auf die Speicheldrüse aus. (18) Der an der kaudalen Seite von (17) liegende Musculus basilari-glossus, der von der lateralen Faszie von (17) unter der Mitte der Speicheldrüse entspringt und am unteren Rand des Stempelknorpels vor dem hinteren Teil des Musculus hyoglossus inseriert. Er hilft den Stempelknorpel nach vorn ziehen. (19) Der ziemlich lange, schmale, von der Copula entspringende, gerade nach hinten verlaufende Musculus copulo-glossus rectus, der am unteren Rand des hinteren Zungenknorpels, dicht vor der Insertion des Musculus annulo-glossus inseriert und zusammen mit dem Musculus mandibularis apicalis den hinteren Zungenknorpel und damit auch die Zungenlappen nach vorn zieht. (20) Der platte, schwache, vom lateralen Umfang des hinteren Kopularfortsatzes entspringende Musculus copulo-glossus obliquus, der mit langer Sehne am seitlichen Umfang des hinteren Zungenknorpelköpfchens die Zunge nach unten und hinten zieht und zugleich gegen den unteren Umfang des Ringknorpels andrückt. (21) Der spindelförmige, unpaarige, sehr kräftige, sich nach hinten bis zur Herzkapsel hin erstreckende Musculus cardio-apicalis, der mit stumpfer Spitze vom vorderen Umfang der knorpeligen Herzkapsel und teilweise auch von der ventralen Längskommissur des äußeren Kiemengerüstes durch den Hohlraum des Musculus mandibularis inferior, dort rinnenförmig ausgehöhlt, vorwärts zieht. Er bildet in diesem Muskel eine kräftige Sehne, die sich vorn in 2 Schenkel spaltet und am medianen Umfang des Seitenlippenknorpels, ziemlich weit vorn, inseriert.

Der Cardio-apicalis zieht die 3 Zungenlappen zurück und schließt dadurch im Gebiet des Hinterrandes des halbmondförmigen Knorpels die Mundhöhle vom Rachen ab. (22) Der kleine, schwache, von der Sehne des Musculus cardio-apicalis entspringende Musculus tendino-apicalis, der mit divergierenden Fasern an der lateralen Seite des Seitenlappens des Stempelstückes inseriert und die hinteren Enden der Seitenlappen einander nähert. (23) Der der vorderen Zungenknorpelplatte aufliegende, kleine, dünne Musculus apicalis lateralis, der durch Aufwulstung der Schleimhaut des Seitenlappens einen stärkeren Abschluß der Mundhöhle gegen den Schlund bewirkt.

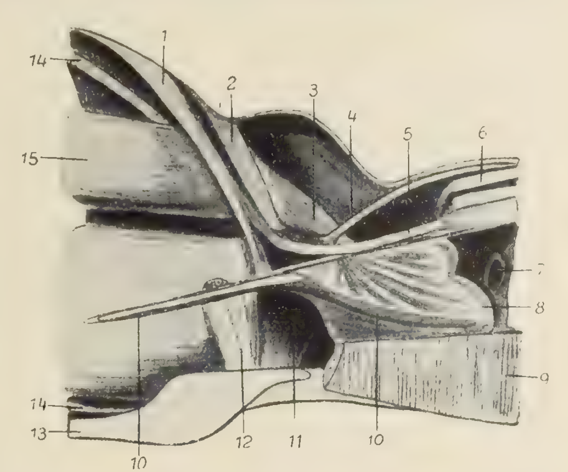


Figur 187. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Längsschnitt durch den Kopf.* (*1*) Wasser-Gang; (*2*) Speiseröhre (Ösophagus); (*3*) Chorda; (*4*) dorsale Parietalmuskulatur; (*5*) Musculus pharyngeus posterior; (*6*) Musculus tecto-mandibularis; (*7*) Nasen-Gang; (*8*) Cartilago trabecularis; (*9*) Musculus pharyngeus; (*10*) Musculus mandibulari-apicalis; (*11*) Musculus tendino-apicalis; (*12*) Cartilago tectoria; (*13*) Cartilago annularis; (*14*) Musculus annularis; (*15*) Hornzähne; (*16*) Musculus cornealis; (*17*) Musculus copulo-glossus obliquus; (*18*) Musculus basilaris; (*19*) Cartilago glossa; (*20*) Musculus basilari-glossus; (*21*) Musculus copulo-glossus rectus; (*22*) Musculus mandibulari-glossus; (*23*) Musculus mandibularis inferior; (*24*) Musculus mandibulari-branchialis; (*25*) Musculus mandibularis posterior; (*26*) ventrale Parietalmuskulatur im Längsschnitt der Körperwand (Musculus rectus nach Cole); (*27*) Musculus cardio-apicalis. (Nach Tretjakoff)

Der Muskel-Gruppe des Kieferbogens gehören folgende 6 Muskeln an: (24) Der vom vorderen Rand des oberen Pars-styloidea-Abschnittes des Kieferbogens entspringende Musculus tecto-mandibularis, der in einem kurzen Venensinus nach vorn verläuft und mit langer, fächerförmig sich verbreiternder Sehne am hinteren Deckknorpelrand inseriert. Er zieht den Deckknorpel nach hinten. (25) Der vom unteren Abschnitt der Pars styloidea entspringende Musculus mandibulari-apicalis, der unter (24) bis zum hinteren Rand des Apikalknorpels verläuft und mit breiter, senkrecht stehender Sehne am Vorderteil des Knorpelfortsatzes in dessen Perichondrium übergeht. Er zieht zusammen mit dem Musculus cardio-apicalis den apikalen Knorpel rückwärts. (26) Der bogenförmige Musculus mandibularis inferior, der beiderseits an der Grenze zwischen Pars styloidea und Pars cornealis des Kieferbogens inseriert. (27) Der unmittelbar hinter (26) inserierende, mit ihm fest verbundene und ihm sehr ähnliche Musculus mandibularis branchialis, der mit dem eben genannten zusammen durch Verengerung des Musculus mandibulari-glossus (29) eine Rückwärtsbewegung des Stempelknorpels bewirkt. (28) Der kräftige, ringförmige, aus 2 übereinanderliegenden Hälften bestehende, jederseits von dem Hyoideum beginnende Musculus mandibularis posterior, dessen dorsaler Teil mit breiter Spitze im Gebiet der 3ten äußeren Kiemenöffnung, dessen basaler ventraler Teil mit schmaler Spitze noch etwas weiter hinten endet. Er preßt den erschlafften

Musculus cardio-branchialis zusammen und macht ihn dadurch länger. Durch seine Kontraktion erweitert er den Wassergang, unter dem er unmittelbar gelegen ist. (29) Der von der unteren Seite der Pars cornualis des Kieferbogens entspringende, dicke und große Musculus mandibulari-glossus, der hinter dem Stempelknorpel und an der unterhalb dieses unteren Knorpelrandes gelegenen Raphe inseriert und vom Musculus mandibularis inferior und mandibularis branchialis umgeben wird. Er zieht den Stempelknorpel vorwärts.

Die nächste Gruppe besteht nur aus 2 Muskeln. (30) Dem platten, den Pharynx vom Bereich des hinteren Randes des halbmondförmigen Knorpels bis zum Hyomandibulare umschließenden, hauptsächlich aus ringförmigen Fasern bestehenden Musculus pharyngeus, der beiderseits in gerader, horizontaler Linie vom medianen Rand des Musculus basilaris bis rückwärts zum Hyomandibulare entspringt, vor dem er mit scharfem Hinterrande abschließt. Er liegt im venösen Blutraum des Sinus pharyngeus, der durch ihn in einen inneren und äußeren Teil geteilt wird. Der Muskel ist in Bau und Anordnung im einzelnen recht kompliziert und verengert durch seine Kontraktion das Schlundrohr. (31) Dem hauptsächlich vom unteren Abschnitt der Pars styloidea entspringenden, unter dem Boden des Nasen-Gaumenganges im Bindegewebe endigenden Musculus pharyngeus-posterior. Er drückt das rostrale Ende der Speiseröhre zusammen und erweitert den Sinus pharyngeus.



Figur 188. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Muskulatur des Reusen-Apparates auf dem Längsschnitt durch den Kopf.* (*1*) Musculus velocranialis; (*2*) (Cartilago) pars styloidea; (*3*) Musculus velomandibularis descendens; (*4*) Muskelbündel des Musculus pharyngeus posterior zur Endblase des Nasen-Gaumen-Ganges; (*5*) Musculus protractor oesophagi; (*6*) Speiseröhre; (*7*) 1te innere Kiemen-Öffnung; (*8*) Klappe des Wasserganges; (*9*) Musculus mandibularis posterior; (*10*) Skelettplatte des Reusen-Apparates; (*11*) Musculus pharyngeus posterior; (*12*) Musculus velomandibularis ascendens; (*13*) Musculus copulo-glossus rectus; (*14*) Musculus pharyngeus; (*15*) Musculus tecto-mandibularis. (Nach Tretjakoff)

Der Reusen-Apparat wird durch 4 Muskeln versorgt. (32) Den von der Schädelbasis neben dem Nasen-Gaumengang im Bereich des hinteren Augenhöhlenendes entspringenden Musculus velo-cranialis, der zwischen dem Schädel und dem Musculus pharyngeus liegt, diesen weiter hinten schräg nach unten rückwärts durchbricht und an der oberen Seite der Reusenplatte inseriert. Er zieht die Reusenplatte nach oben und öffnet den Eingang in den Wassergang. (33) Den kurzen, vom Kieferbogen entspringenden Musculus velo-mandibularis ascendens, der zur Skelettplatte des Reusen-Apparates aufsteigt und hauptsächlich an der dorsalen Knorpelplattenoberfläche inseriert. Er zieht die Reusenplatte nach unten und verschließt dadurch den Eingang in den Wassergang. (34) Den von der Hinterseite des oberen Styloideateiles entspringenden Musculus velo-mandibularis descendens, der abwärts und rückwärts zieht bis zur

Klappe des Wasserganges, in diese durch ihren dorsalen Rand eintritt und hauptsächlich in der Klappe verteilt inseriert. Er spannt die Klappe des Wasserganges und hilft die Knorpelplatte des Reusen-Apparates heben. (35) Den von (32) neben dem Reusen-Apparat abzweigenden kleinen Musculus protractor oesophagi, der den unteren Rand der abgeplatteten Speiseröhre bis zum hinteren Klappenrand des Wasserganges begleitet und mit seinen Fasern medianwärts in das die Speiseröhre mit dem Wassergang verbindende Bindegewebe eindringt. Er zieht den vorderen Speiseröhrenteil nach vorn.

Die letzte Gruppe wird gleichfalls durch 4 Muskeln gebildet. (36) Den mit der rostralen Hälfte des ringförmigen Knorpels verbundenen, ihm dicht anliegenden Musculus sphincter branchialis externus, dessen rostrale Hälfte aus 2 dicken, dorsal und ventral miteinander verbundenen Bündeln besteht, die unmittelbar in die kaudale Hälfte des Muskels übergehen. Er schließt die äußere Kiemenöffnung. (37) Den die äußere Muskelschicht des Kiemensackes bildenden, aus breiten, dorsoventral verlaufenden, bandförmigen Muskelbündeln bestehenden Musculus constrictor branchialis externus, der dorsal an der ventralen Wand der vorderen Kardinalvene und an der parachordalen Bindegewebshülle inseriert und aus 3 Abschnitten besteht, einem Unterhautteil, einem rostralen und einem kaudalen Teil. Nur dem 1ten vordersten Kiemensack fehlt der Unterhautteil. Der Muskel verengert den peribranchialen Venensinus und preßt durch seine Kontraktion mittelbar auch den Kiemensack zusammen. (38) Den ebenfalls aus dorsoventral verlaufenden, mit der Wand des Kiemensackes verbundenen, dünnen Muskelbändern bestehenden Musculus constrictor branchialis internus, der die innere Muskelschicht des Kiemensackes bildet und den Kiemensack verengert. (39) Den aus platten Muskelfasern zusammengesetzten, in der Wand des inneren Kiemensackkanales gelegenen Musculus sphincter branchialis internus.

Der nachfolgende Auszug aus der von Tretjakoff gegebenen vergleichenden Tabelle gibt die Unterschiede zwischen seinen und Fürbringers Muskelbezeichnungen wieder.

Fürbringers Terminologie			Tretjakoffs Terminologie		
(1)	Musculus	lingualis-proprius	(1)	Musculus	apicalis-lateralis
(2)	„	hyoglossus, vordere Portion	(2)	„	basilari-glossus
(3)	„	longitudinalis-linguae	(3)	„	cardio-apicalis
(4)	„	hyo-hyoideus anterior	(4)	„	mandibularis inferior
(5)	„	hyo-glossus	(5)	„	mandibulari-apicalis
(6)	„	hyo-branchialis	(6)	„	mandibulari-branchialis
(7)	„	hyoglossus	(7)	„	mandibulari-glossus
(8)	„	hyo-hyoideus posterior	(8)	„	mandibularis posterior
(9)	„	tendino-glossus	(9)	„	tendino-apicalis
(10)	„	semi-annularis	(10)	„	tecto-lateralis
(11)	„	hyomandibulari-semiannularis	(11)	„	tecto-mandibularis
(12)	„	spinoso-semiannularis anterior	(12)	„	tecto-spinosus anterior
(13)	„	spinoso-semiannularis posterior	(13)	„	tecto-spinosus posterior
(14)	„	velo-pharyngeus	(14)	„	velo-cranialis
(15)	„	velo-hyomandibularis internus	(15)	„	velo-mandibularis ascendens
(16)	„	velo-hyomandibularis externus	(16)	„	velo-mandibularis descendens

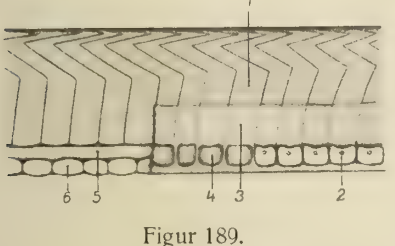
Alle Kopfmuskeln werden durch eine einzige, durch geringe Sarkoplasmamassen getrennte, von Sarkolemm umhüllte, den Muskel seiner ganzen Länge nach durchziehende Faserart mit dünnen, quergestreiften Fibrillen zusammen-

gesetzt. Sie enthalten zahlreiche walzenförmige Kerne. Äußerlich werden sie durch eine bindegewebige Scheide (Perimysium) umhüllt.

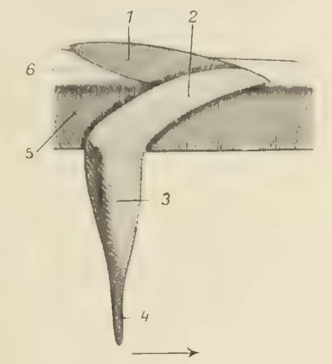
Rumpfmuskulatur. — Die Hauptkörpermasse der Cyclostomen wird, abgesehen von der Leibeshöhle, von 3 Muskeln eingenommen, von denen der eine, der große Seitenrumpfmuskel (Musculus parietalis), der weitaus größte und auffälligste ist. Er ist überhaupt der größte aller Muskeln *dieser Tiere* und nimmt den Rücken und den Hauptteil der Seiten ein, während die beiden anderen, der Musculus obliquus und der Musculus rectus dem ventralen Bereich des Körpers angehören. In der kaudalen Region wird der eben erwähnte Musculus obliquus durch den Musculus transversus caudalis ersetzt.

Myxiniden: Rumpfmuskulatur

Bei *den Myxiniden* sind auch diese Muskeln eingehend von Cole untersucht worden.



Figur 189.



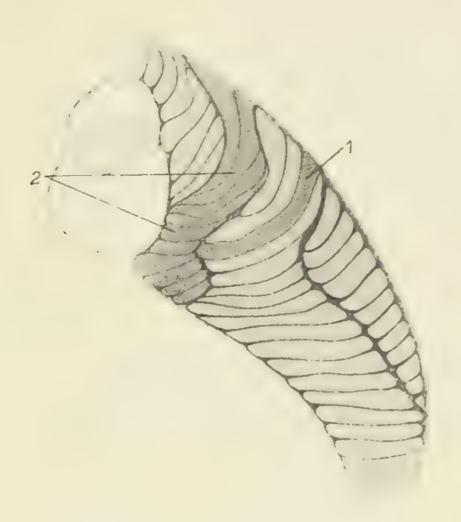
Figur 190.

Figur 189. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *linksseitige Körper-Muskulatur aus der Mitte der Abdominal-Region.* (*1*) Musculus parietalis; (*2*) Schleimsack; (*3*) Musculus obliquus; (*4*) Eindruck im Musculus obliquus, der nach Entfernung des Schleimsackes sichtbar wird; (*5*) Darm; (*6*) Musculus rectus. Links ist vorn. (Nach Cole)

Figur 190. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *rechtes Intermuskularseptum aus der Mittel-Region des Körpers.* Die Muskel-Fasern sind wegmazeriert. (*1 bis 4*) Teile des Septums von oben nach unten; (*5*) Chorda; (*6*) Rückenmark. Der Pfeil zeigt die Richtung nach vorn an. (Nach Cole)

Der Seitenmuskel (Seitenrumpfmuskel, Musculus parietalis) besteht aus durchlaufenden Myotomen und ist nicht durch ein horizontales Septum, das von der Wirbelsäule zur Seitenlinie ziehen würde, *wie bei den Fischen*, in einen dorsalen und ventralen Teil (Parietalis dorsalis und ventralis) geteilt. Der Verlauf der Muskelsepten, also der die einzelnen Myocommata voneinander trennenden, durch den Muskel durchziehenden Septen — zum Unterschied von der Fascia superficialis externa und der Fascia superficialis interna, die den Musculus parietalis distal und proximal begrenzen — und daher auch der Verlauf der Myotome, ist aus Figur 189 ersichtlich, die zeigt, daß etwa die obere Hälfte des Muskels in der mittleren Körper-Region, wo er also seinen typischen Bau hat, spitzwinkelig zur Längsachse geknickt hinzieht, derart, daß zunächst der obere Schenkel vorwärts-abwärts und dann der untere Schenkel mit scharfem Knick rückwärts-abwärts zieht, während die untere Hälfte des Myotoms ungefähr senkrecht zur Längsachse steht, so daß also 3 leicht kenntliche Hauptteile jedes Myotoms unterschieden werden können (die Septen sind jedoch nicht so scharf geknickt wie bei *den Neunaugen*). Das 1te Myotom ist immer bedeutend kleiner als die folgenden. Etwa die ersten 10 sind auch in ihrer Form, daher also in ihrem Verlauf, untereinander und von allen übrigen folgenden verschieden, die sich in ihrem

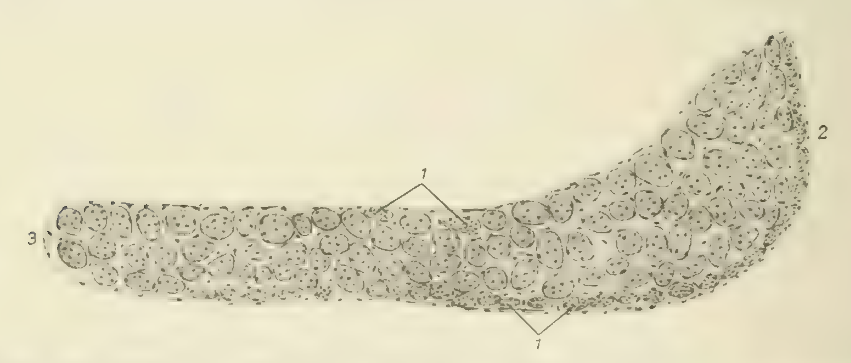
Aussehen alle gleichen bis auf die allerletzten, die, etwa 12 an der Zahl, wieder in der Gestalt abweichen. Der Parietalis dient den Bewegungen des Tieres.



Figur 191. Cyclostoma. — *Myxine australis* Jenyns: *Querschnitt durch die rechte dorsale Muskelmasse.* (*1*) Muskelband, das in Figur 192 stärker vergrößert dargestellt ist; (*2*) Muskelbänder im Myokomma, schematisch. (Nach Maurer)

Nach den Untersuchungen Schiefferdeckers, der auch den feineren Bau des Seitenrumpfmuskels *der Myxiniden* studiert hat, bestehen die einzelnen, ähnlich wie bei *den Petromyzoniden* dachziegelartig einander übergreifenden Myocommata aus niedrigen, breiten Muskelkästchen. Getrennt werden sie durch die Fachsepten, die wie bei *den Petromyzoniden* in die Myosepten übergehen (siehe dort). Das ganze Muskelkästchen ist mit drehrunden, durch Sarkolemm umgebenen und durch Perimysium voneinander getrennten Muskelfasern erfüllt, die denen der Vertebraten gleichen. Im perimysialen Bindegewebe sind zarte Fibrillen und spindelförmige, kleine Kerne nachweisbar. Die Muskelfasern bestehen aus äußerst dicht zusammenliegenden, feinen Fibrillen.

An der ventralen Fläche der Muskelkästchen ist eine einfache, nicht ganz regelmäßige Faserlage, die sich lateralwärts bis zur Dorsalfläche hinauf erstreckt, vorhanden, die aus etwas anders gearteten Muskelfasern besteht. Ähnliche Fasern finden sich vereinzelt auch an der dorsalen Fläche. Sie entsprechen in gewisser Beziehung den Randfasern *der Petromyzoniden* (siehe dort) und sind ihnen wohl auch homolog.



Figur 192. Cyclostoma. — *Myxine australis* Jenyns: *Schrägschnitt durch einen Muskelband-Bezirk.* Der ganze Inhalt zu Muskelfasern zerklüftet. Jede Faser mit Sarkolemm versehen, von perimysialem Bindegewebe umsponnen. (*1*) Parietalfasern; (*2*) laterale, (*3*) mediale Kante im Schnitt. (Nach Maurer)

Der Musculus obliquus erstreckt sich über die kraniale, die Kiemen- und die abdominale Region des Körpers. Er beginnt bald hinter der Schnauze als eine dünne Scheide von Fasern, die von der ventralen Kante des Musculus tentacularis posterior, an dem sie angeheftet ist, schräg im Bogen abwärts und rückwärts verläuft. Dieser vordere, mehr dorsal gelegene Muskelteil bedeckt so ziemlich gänzlich das 1te kleine Myotom des Musculus parietalis und den ventralen

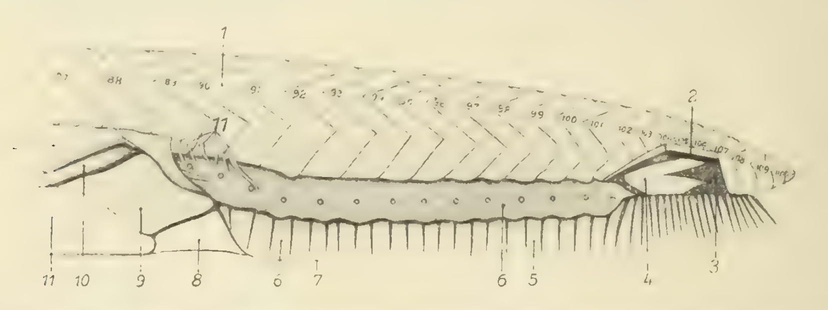
Teil des 2ten. Dann streicht der Muskel abwärts zu dem mehr ventral gelegenen, an diesen seinen Beginn sich anschließenden, weitaus größten Hauptteil, der während seines ganzen Verlaufes die ventralen Teile der Myotome äußerlich bedeckt. Am Abdomen entspringen die Fasern in einer ununterbrochenen Schicht von der oberflächlichen Fascia externa. Dort, wo diese außen, der Musculus obliquus innen die Schleimsäcke der Haut passiert, tritt natürlich eine streckenweise Trennung zwischen ihnen ein. In der Mittellinie des Bauches endigt der Musculus obliquus, ohne auf die andere Seite überzugreifen, in einer bindegewebigen, mit der oberflächlichen Faszie in Verbindung stehenden Linie. Vor der abdominalen Region dagegen bilden die Fasern bei der Annäherung an die Medianlinie Bündelchen von sehr verschiedener Größe, und diese endigen nicht in der Mittellinie, sondern setzen sich eine kurze Strecke auf die gegenüberliegende Körperseite fort, so daß sie sich gegenseitig überkreuzen. Am längsten sind diese Kreuzungen vorn, sie werden nach hinten immer kürzer und hören im Gebiet der Kiemen-Region gänzlich auf. Hinter dem Herzen bedeckt der Musculus obliquus oberflächlich die ventrale Hälfte der Körperfläche (den Bauch), so daß also seine dorsale Begrenzung etwa mit dem »Dach« der Leibeshöhle zusammenfällt. Die Schleimsäcke liegen alle distal von dem Muskel. Ventralwärts bedeckt er den Musculus rectus, hinter der Kloake verschwindet er. Die Fasern der oberflächlichen äußeren Faszie, die den Musculus obliquus überall bedecken, laufen in entgegengesetzter Richtung zu denen des Muskels.

Die Funktion des Musculus obliquus besteht hauptsächlich in einer starken Zusammenpressung der Körperwand, die vor allem in der Kiemen-Region außerordentlich kräftig ist, sowie in der Auspressung der Schleimsäcke, die selber bei *Myxine* Linnaeus keine Muskulatur haben, während bei *Bdellostoma* Johannes Müller durch Müller eine spezielle, jeden Schleimsack umgebende Muskulatur nachgewiesen worden ist. Bei *Bdellostoma* Johannes Müller zieht der Musculus obliquus auch außerhalb der Schleimsäcke, deren Öffnungen sich zwischen den Muskelfasern befinden, so daß hier die Funktion des Muskels bei deren Entleerung eine vollständig verschiedene ist.

Der ebenso wie der Musculus obliquus paarige Musculus rectus wird vollständig durch den ersteren bedeckt und liegt im größeren Teil seines Verlaufes streng zwischen den beiden Reihen von Schleimsäcken. Er entspringt vor der Kloake als langgezogener, spindelförmiger Muskelstrang, der durch schlanke, fibromuskuläre Fäden mit dem verengten Vorderende des starken Musculus sphincter cloacae in Verbindung ist. Diese Muskelstränge verdicken sich rasch und bilden eine paarige Reihe von meist alternierenden Myomeren, die den Musculus rectus zusammensetzen. Durch das ganze Abdomen hindurch sind die Myomeren durch geräumige Ligamenta intermuscularia (Inscriptiones tendineae) getrennt. In der Mittellinie des Bauches sind sie von beiden Körperseiten her in Kontakt. Am Abdomen ist der Musculus rectus mehr oder weniger rudimentär und bildet nur die ventrale Bodenbedeckung der Körperhöhle. Er zieht ventral von den Kiemenöffnungen zwischen ihnen dahin. Vor ihnen verbreitert und verstärkt er sich rasch, um vor seiner breitesten Partie plötzlich von Seite zu Seite in ein vertikales Band überzugehen, das zwischen den medianen und lateralen Köpfen des Musculus copulo-glossus profundus durchzieht, um durch ein gewöhnlich sehr kurzes Ligament ungefähr in der Mitte der ventro-lateralen Oberfläche in der Scheide des

Hinterendes des Mittelsegmentes der basalen Platte zu inserieren. Der Musculus rectus ist als ein abgespaltener Teil des Musculus parietalis anzusehen. Seine Aufgabe besteht in einer ventralen Beugung des Körpers in der Abdominal-Region und in der Beihilfe bei der Zurückziehung der Basalplatte mit Hilfe seines vorderen Abschnittes.

Der Musculus sphincter cloacae, der zuerst von Johannes Müller besprochen worden ist, liegt (nach Cole) unterhalb des Obliquus-Endes, dessen Fasern in der Umgebung der Kloake auf die entgegengesetzte Körperseite hinüberkreuzen und irrtümlich von dem erstgenannten Forscher als Teile des Sphinctermuskels angesehen wurden, der eine solche Kreuzung tatsächlich nicht aufweist.

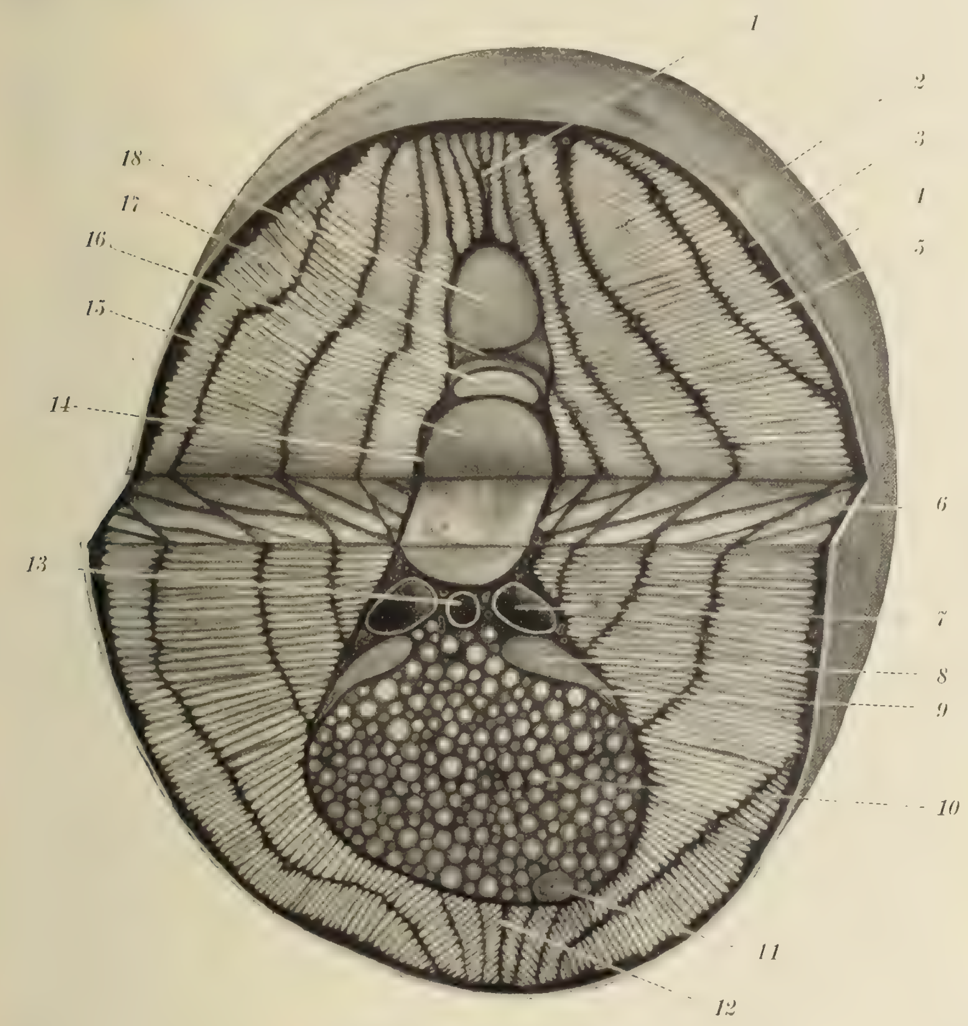


Figur 193. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *linke Seitenansicht des Schwanzes* nach Entfernung der beiden letzten Schleimsäcke, der dorsalen und hinteren ventralen Flossenstrahlen und der unteren Teile des Musculus obliquus und des Musculus parietalis hinter dem letzten Schleimsack. Die kleinen Ziffern bezeichnen die Myotome und die postkloakalen Schleimsäcke (von vorn nach hinten). (*1*) terminaler, postkloakaler Anteil des Musculus obliquus; (*2*) Chorda; (*3*) medianer Ventralstab des Flossenskleletts; (*4*) Musculus cordis caudalis; (*5*) Flossenstrahlen der Kaudalflosse; (*6*) Musculus transversus caudalis; (*7*) Kaudalflosse; (*8*) Kloake; (*9*) Musculus sphincter cloacae; (*10*) Rectum; (*11*) Präanalflosse; (*12*) Musculus obliquus. (Nach Cole)

Der Sphincter ist ein kräftiger Muskel, der vorn dicht hinter dem Ende des Musculus rectus beginnt. Seine Fasern entspringen in der ventralen Mittellinie, entsprechend der Linie des Musculus obliquus und erstrecken sich von der ventralen Wand des Musculus rectus bis zur abwärts steigenden Ventralwand der Kloake. Von da ziehen sie als eine einheitliche Masse in stumpfem Winkel rückwärts, auswärts und aufwärts in einem Bogen rund um die Kloakenseitenwand. An der hinteren Dorsalwand (oder dem Dach) der Kloake angelangt, zieht die vordere Hälfte der Fasern vorwärts und geht zwischen die der entgegengesetzten Seite rechtwinkelig zur Längsachse des Darmes über, so daß dort also keine ventrale Mittellinie besteht.

Der Musculus transversus caudalis ist ein langer, unregelmäßiger, ziemlich schlecht begrenzter Muskel, der den Musculus obliquus funtionell hinter der Kloake ersetzt, indem er in diesem Gebiete die Schleimsäcke auspreßt. In seinem vorderen Teil besitzt er einige Bündelchen, die gleich dem Musculus obliquus von der oberflächlichen äußeren Faszie des Musculus parietalis entspringen und deren erstes äußerlich (nicht innerlich, wie der Musculus obliquus) an den 1ten postkloakalen Schleimsack herantritt, der außerdem vollständig mit kontraktorischen Fasern des Musculus transversus caudalis ausgestattet ist. Der Verlauf der Fasern dieses Muskels im einzelnen ist aus der Figur 193 ersichtlich. Sie ziehen ohne Unterbrechung auf die entgegengesetzte Körperseite hinüber, so daß auch in diesem Gebiet kein ventrales, mittleres Bindegewebsband besteht.

In der Mittellinie lassen sie Öffnungen für den Durchtritt der ventralen Flossenstrahlen frei. Im hintersten Muskelabschnitt kreuzen sich einzelne von den Fasern dieses Muskels seitlich im Winkel.



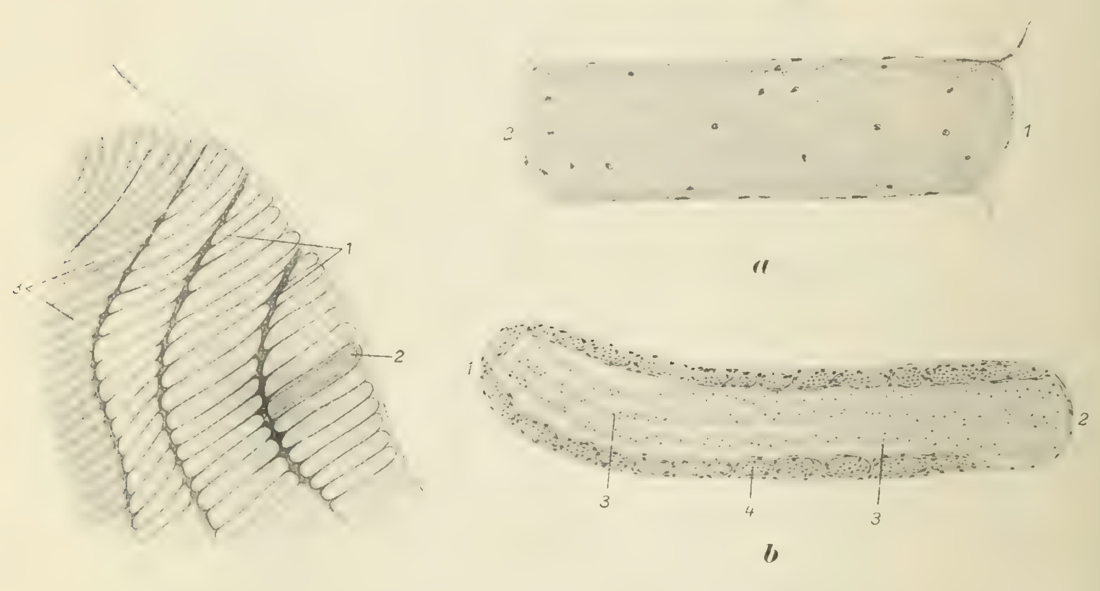
Figur 194. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Treppenschnitt durch die Mitte des Körpers.* (*1*) dorsales Median-Septum; (*2*) Hand; (*3*) subkutanes Bindegewebe; (*4*) Myomer; (*5*) Myo-Septum; (*6*) Muskel-Kästchen; (*7*) Kardinal-Vene; (*8*) Niere; (*9*) Harnleiter; (*10*) Eierstock; (*11*) Darm mit Spiralklappe; (*12*) ventrales Median-Septum; (*13*) Aorta; (*14*) axiales Bindegewebe; (*15*) Chorda; (*16*) Rückenmark; (*17*) Dura; (*18*) Dachraum. (Nach Krause)

Der Musculus cordis caudalis ist ein paariger Muskel von der Form eines Fächers, dessen »Griff« gerade vorwärts gerichtet ist und der durch den Musculus parietalis in seiner ganzen Ausdehnung bedeckt wird. Seine dorsalen Fasern entspringen von der skeletogenen Schicht der Chorda, dort, wo sie mit dem ventralen Mittelstab des kaudalen Flossenskeletts vereinigt ist, seine ventralen Fasern breit vom unteren Rand des Ventralstabes und von den Wurzeln der vorderen Flossenstrahlen. Von ihrem Ursprung aus laufen die Fasern rasch zusammen, so daß der Muskel nun als ein stark konvergierender Körper gerade vorwärts zieht und unmittelbar hinter dem letzten Schleimsack in den äußeren Rand des transversal ausgespannten Endes des vom ventralen Mittelstab vorspringenden

Knorpels (knopfartige Verdickung nach Retzius) endigt. Da die Kaudalherzen nur fibröse Wände haben, dient der Muskel zur Betätigung dieser Herzen, indem er auf jeder Seite auf die Wand der Herzsäcke drückt und deren Inhalt vorwärts verschiebt, also entleert.

Petromyzoniden: Rumpfmuskulatur

Der Seitenrumpfmuskel *der Petromyzoniden* wird durch bindegewebige Scheidewände, die Myosepten (intermuskuläre Bänder, Ligamenta intermuscularia nach Grenacher) in eine große Anzahl von Myomeren (Myotomen oder Segmenten, Myocommata) zerlegt, die sich von vorn nach hinten dachziegelartig decken.



Figur 195. Figur 196.

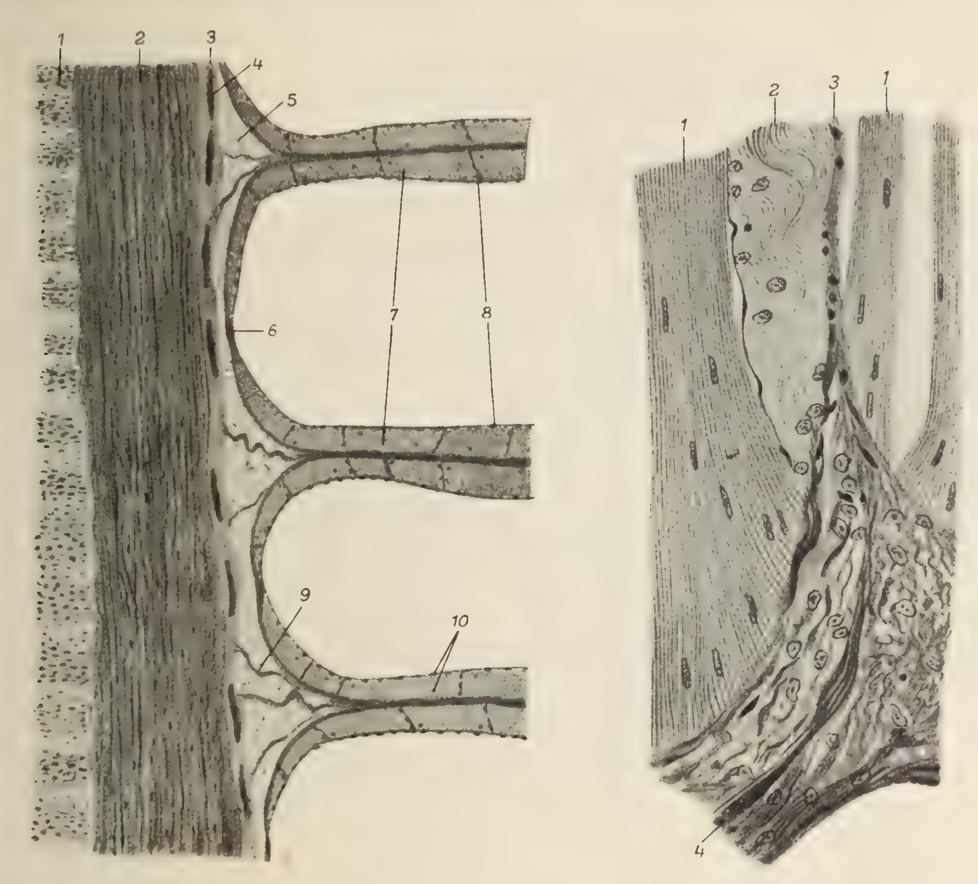
Figur 195. Cyclostoma. *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die rechte dorsale Muskelmasse.* Zeigt die Anordnung der Muskelbänder zwischen den intersegmentalen Septen. (*1*) Septen; (*2*) Muskelband, das in Figur 196 ***b*** stärker vergrößert dargestellt ist; (*3*) Muskelbänder des medialen Myokommas, schematisch. (Nach Maurer)

Figur 196. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Schrägschnitt durch ein Muskelband* ***a*** von einem 15 Zentimeter langen *Ammocoetes*, ***b*** von einem erwachsenen Tiere. (*1*) laterale, (*2*) mediale Kante im Schnitt; (*3*) zentrale Fibrillenmasse, zum Teil zerklüftet; (*4*) Parietalfasern. (Nach Maurer)

Jedes Myomer geht rostralwärts vom axialen Bindegewebe aus, zieht spitzwinkelig zur sagittalen Medianebene nach hinten und seitwärts, erreicht in der Mitte seines Verlaufs seine größte Breite und endet am subkutanen Bindegewebe. Kaudal und rostral sowie ventral und dorsal verschmälert es sich allmählich. Die Myosepten verbinden das axiale mit dem subkutanen Bindegewebe. Diese Grenzlinie zwischen je 2 Myomeren, also das Myoseptum, verläuft unter der Haut (also im subkutanen Bindegewebe), nach Grenacher im Gebiet der Leibeshöhle, derart, daß sie von ihrem Ursprung in der Mittellinie des Rückens zunächst eine ziemliche Strecke nach hinten, zugleich ein wenig nach außen zieht, dann in starkem Bogen nach unten und etwas nach vorn, von der Seitenlinie aus aber gerade nach unten geht, um dann abermals nach vorn umzubiegen und etwa unter ihrer dorsalen Ursprungsstelle ventral sich mit der der gegenüberliegenden Seite zu verbinden. Im Schwanz-

teil des Körpers ist die untere Hälfte dieser Grenzlinie der oberen fast vollkommen symmetrisch gebildet.

Jede Myomere wird aus zahlreichen, dünnen, übereinandergelagerten, hintereinanderfolgenden Muskelkästchen (Muskelbändern, Maurer; Muskelfächern, Grenacher) zusammengesetzt. Sie werden durch feine Bindegewebsschichten voneinander getrennt und enthalten zweierlei Fasern, die als sogenannte Zentralfasern und Randfasern (Parietalfasern, nach Schiefferdecker) bezeichnet werden und scharf voneinander unterschieden sind.



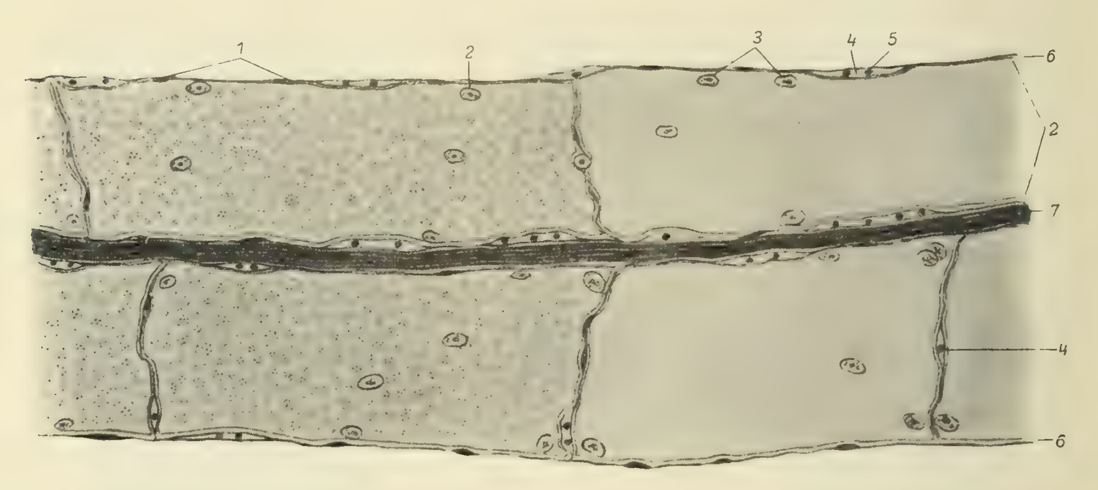
Figur 197. Figur 198.

Figur 197. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch einen Teil der Haut und der ihr zunächst liegenden Enden der Muskel-Fächer.* (*1*) Epidermis; (*2*) Corium; (*3*) Subkutis; (*4*) Pigment-Zelle; (*5*) Fett-Zelle; (*6*) Fach-Septum; (*7*) parietale Muskelfaser; (*8*) Perimysium; (*9*) Fortsetzungen der Fach-Septen, die durch das Fettgewebe in die Subkutis ziehen; (*10*) Kerne der parietalen Fasern. Die parietalen Muskelfasern umziehen die ganze Hautseite des Faches und lassen nur bei (*6*) das Fachseptum frei. Nur die parietalen Fasern sind eingezeichnet. (Nach Schiefferdecker)

Figur 198. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *sagittaler Längsschnitt durch das Stück eines Myoseptums,* das sich nach oben zum Fach-Septum fortsetzt. (*1*) zentrale Muskulatur; (*2*) parietale Muskelfaser, die sich, zugespitzt, unmittelbar an (*4*) ansetzt; (*3*) Fach-Septum; (*4*) Myoseptum. (Nach Schiefferdecker)

Die zentralen Fasern erfüllen den weitaus größten, mittleren Teil der Muskelkästchen mit Ausnahme der Randpartien und bestehen aus sehr dicht aneinanderliegenden, feinen Fibrillen, wodurch sich diese Fasern als dunkle gegenüber den

hellen Randfasern deutlich unterscheiden lassen. Sie bilden große Muskelplatten, die außerdem noch »gefenstert« sind (Figur 200), und weichen dadurch völlig von den Muskelfasern *der Vertebraten* ab. Die Fibrillen sind zu ziemlich großen Muskelsäulchen zusammengeschlossen, zwischen denen ganz schmale Sarkoplasmazüge liegen. Diese liefern ein deutliches Sarkolemm, das nach den Untersuchungen von Schiefferdecker von den Muskelfasern aus gebildet wird, also als eine »Zellmembran« anzusehen ist. Die Zentralfasern sind jedoch als sarkoplasmaarm zu bezeichnen. Perimysium ist keines vorhanden. Die Ernährung der zentralen Fasern wird aus den Myosepten und den »Lymph-Seen« durchgeführt, die die Fenster und Spalten der zentralen Muskelfasern erfüllen und die ihr Material wohl vor allem aus den im Perimysium der parietalen Fasern verlaufenden Blutgefäßen erhalten.

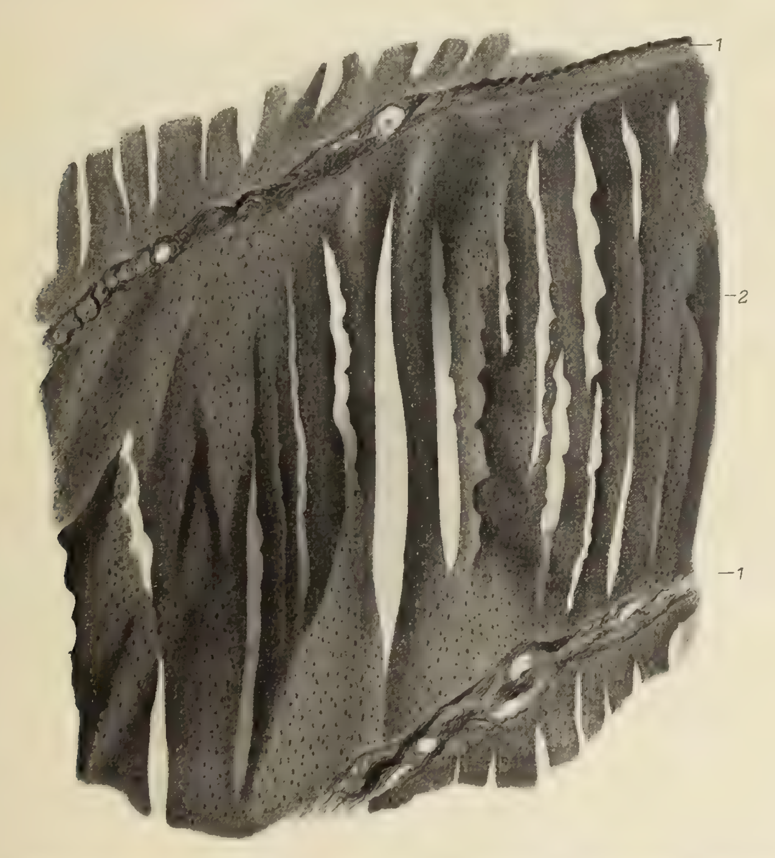


Figur 199. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch das Stück eines Fach-Septums mit den auf beiden Seiten anliegenden parietalen Fasern*; rechts sind die Fibrillen der Muskelfasern weggelassen. (*1*) Kern des Perimysiums; (*2*) Sarkolemm; (*3*) Muskelkern; (*4*) Blutgefäß; (*5*) Kern der roten Blutkörperchen; (*6*) Perimysium; (*7*) Fach-Septum. Die Muskelsäulchen erscheinen als kleine Häufchen von Fibrillen-Querschnitten, zwischen denen viel Sarkoplasma liegt. (Nach Schiefferdecker)

Auch durch diese Ernährungsweise unterscheidet sich der Muskelaufbau *der Petromyzoniden* sehr scharf von dem *aller übrigen Cranioten.* Die zentralen Fasern, die bedeutend weniger Kerne als die Randfasern aufweisen, nehmen in 3 bis 5, gewöhnlich 4 Schichten die Mitte des Faches ein. Die Randfasern, die im wesentlichen den Muskelfasern *der höheren Tiere* entsprechen und deren einzelne Fibrillen sich zu größeren Muskelsäulchen zusammenlegen, liegen in einer einzigen, einfachen Schicht am Rand der Muskelkästchen und haben einen ungefähr rundlichen, ovalen oder 4-seitig prismatischen Querschnitt. Sie bestehen (nach Krause) aus gröberen (nach Schiefferdecker aus feineren!), locker gelagerten Fibrillen, zwischen denen feines, netzmaschiges, helles Sarkoplasma entwickelt ist, das auch die fibrillenfreie Randzone jeder Faser einnimmt und nach außen ein Sarkolemm bildet. Die Zentralfasern dürften die eigentlichen, kräftigen Körperbewegungen auszuführen haben, während die Randfasern mehr spezielle Zwecke zu erfüllen, vielleicht die Bewegung der Lymphe in den Muskelräumen zu besorgen haben oder ähnliches.

Die Randfasern haben, zum Unterschied von den Zentralfasern, auch ein Perimysium. Sie werden durch zahlreiche, feine Blutgefäße ernährt, die in diesem

Perimysium liegen (Figur 201). Die im Myoseptum verlaufenden Blutgefäße treten von ihm in die Fachsepten ein, um sich dort weiter zu verästeln und mit ihren Endverzweigungen die Ernährung der Randfasern zu besorgen. Diese hängen an manchen Stellen durch ziemlich breite, spitzwinkelig abzweigende und meist in einer Reihe liegende Anastomosen zusammen, eine Beschaffenheit, die auch bei *allen höheren Chordaten* zu finden ist. Die Randmuskulatur tritt in den weniger gut entwickelten Fächern, die am meisten dorsal- und ventralwärts gelegen sind, mehr und mehr zurück und verschwindet schließlich gänzlich.



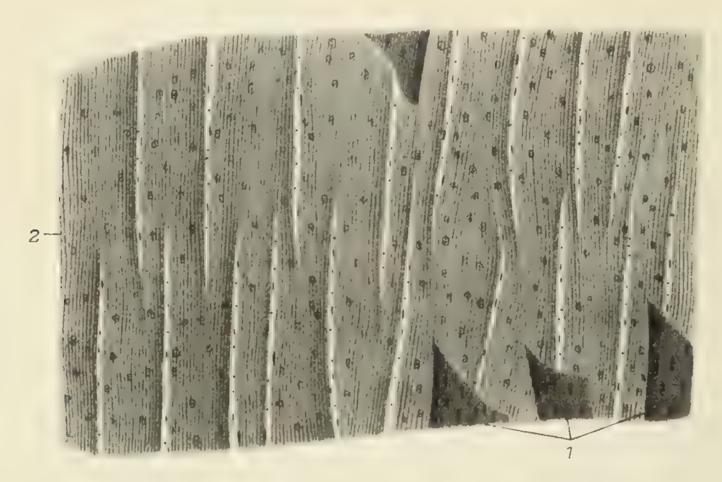
Figur 200. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *horizontaler Längsschnitt aus der Mittel-Region.* Zentrale Muskulatur im Flächenbild zwischen 2 Myosepten. (*1*) Myoseptum; (*2*) zentrale Muskulatur. Die Fibrillenbündel anastomosieren untereinander (gefensterte Muskel-Platte). (Nach Schiefferdecker)

Schiefferdecker schließt daraus, daß die zentrale Muskulatur die ursprünglichere ist und die Randmuskulatur nur eine sekundär zu speziellen Zwecken geschaffene Umbildung darstellt.

Häufig liegen die Randfasern nur den beiden Seiten des Fachseptums an und lassen an dessen beiden Enden mehr oder weniger große Stücke des Septums, also auch das Myoseptum, frei. Sie gehen zugespitzt in mehr oder weniger lange, bindegewebige Sehnen über, die nur direkte Fortsetzungen der Myosepten darstellen; ein spezifisch ausgebildetes Sehnengewebe fehlt den Rumpfmuskeln *der Petromyzoniden.* Statt dessen setzen die zentralen und Randmuskelfasern an das Bindegewebe der Myosepten an. Dort findet sich eine starke Kernanhäufung,

was auf einen bedeutend größeren Stoffwechsel an dieser Stelle schließen läßt. Auch dieses Verhalten *gilt für alle Cranioten.* Elastische Fasern enthalten die Muskeln *der Cyclostomen* nicht.

Sowohl die zentralen als auch die Randmuskelfasern sind in gleicher Weise quergestreift. Da *jede quergestreifte Muskelfaser der Cranioten* eigentlich ein aus Muskel-Zellen zusammengesetztes, von Sarkolemm umgebenes Syncytium darstellt, ist statt des Ausdruckes »Muskelfaser« eigentlich der Ausdruck »Muskelelement« für diese Bildung vorzuziehen.



Figur 201. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *eine Schicht der parietalen Muskulatur aus einem horizontalen Längsschnitt durch die Mittel-Region.* (*1*) zentrale Muskulatur; (*2*) parietale Muskelfasern. Man beachte die Anastomosierungen. In den schmalen Zwischenräumen zwischen den Muskelfasern sind die Kerne des Perimysiums und die kleinen runden Kerne der in den Blutgefäßen des Perimysiums enthaltenen Blutkörperchen sichtbar. (Nach Schiefferdecker)

Die Muskulatur der Petromyzoniden kann in ihrem Aufbau als eine schon hochgradig differenzierte bezeichnet werden.

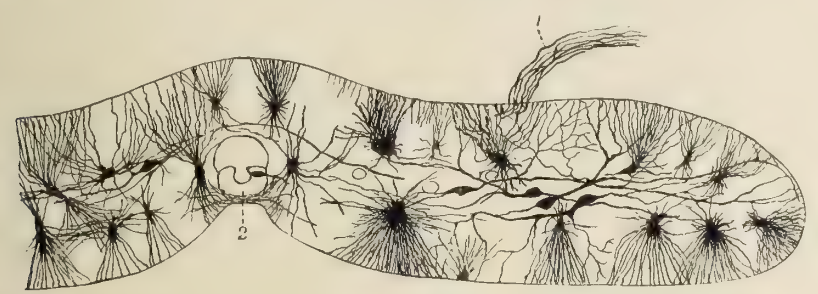
Die Muskulatur des Darmes und der Gefäße ist glatt. Die des Darmes liegt dicht unter dem Enteroderm, im Inneren eines gefäßreichen lymphoiden Bindegewebes und stellt die eigentliche Muskelhaut dar, die aus einer inneren Längs- und einer äußeren Ring-Faserschicht mit dicht aneinanderschließenden Elementen besteht. Die wenig zahlreichen Fibrillen der Fasern verteilen sich auf eine dünne Rinde und ein zentrales, schwaches Fibrillenbündel. In der Rinde liegen auch die langgestreckten Kerne. In der Längsfalte des Darmes ist die Muskelhaut abweichend entwickelt, indem dort die Längsfaserlage sich gegen den Boden der Falte hin verliert, während zugleich eine mächtigere Längsfaserlage am Eingang der Falte auswärts, in der Falte einwärts von der Ringlage auftritt und die ganze Falte ausfüllt.

Die Muskulatur der Blutgefäße besteht in Längsmuskelfasern, die an den Venen sehr dünn sind und an den Kardinalvenen überhaupt vollständig fehlen (im übrigen siehe Darm und Blutgefäße).

Die Muskulatur des Kopfes, der Kiemen, des Darmes und der Blutgefäße wird als viszerale der parietalen Muskulatur gegenübergestellt.

Innervierung der Kopfmuskeln. — Nach Fürbringers Untersuchungen erfolgt die Innervierung der Kopfmuskeln bei *den Myxiniden*

in folgender Weise. Der Trigeminus verläßt die Schädelhöhle durch eine hinter dem Foramen opticum gelegene ovale Öffnung und zerfällt sofort in den Ramus superior (Ramus ophthalmicus) und den Ramus inferior (Ramus maxillaris). Der Ramus maxillaris zerfällt abermals in 2 Äste: einen äußeren und einen inneren (Ramus externus und internus), von denen sich der äußere abermals in 3 Äste teilt, einen vorderen, mittleren und hinteren. Von diesen Trigeminus-Zweigen versorgt der Ramus ophthalmicus den Fürbringerschen Muskel 2 bis 7, der äußere Ast des Ramus maxillaris die Muskeln 8, 12, 19, 22 bis 24, der innere 13 bis 18.



Figur 202. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Quer-(Frontal-)Schnitt des Rückenmarks.* Im Inneren Ganglien-Zellen mit transversal laufenden, gegen die Oberfläche verzweigten Fortsätzen. Die büschelförmigen Gebilde sind Neuroglia-Zellen. (*1*) rechte dorsale (sensible) Wurzel; (*2*) Epithel des Zentralkanales mit einer gefärbten Zelle (Golgi-Färbung). (Nach G. Retzius)

Der Facialis verläßt als dünner Nerv die Schädelhöhle durch eine kleine Öffnung in der Seitenwand des Craniums dicht vor dem vorderen Umfang der Gehörkapsel und versorgt die Muskeln 20, 21 und 25.

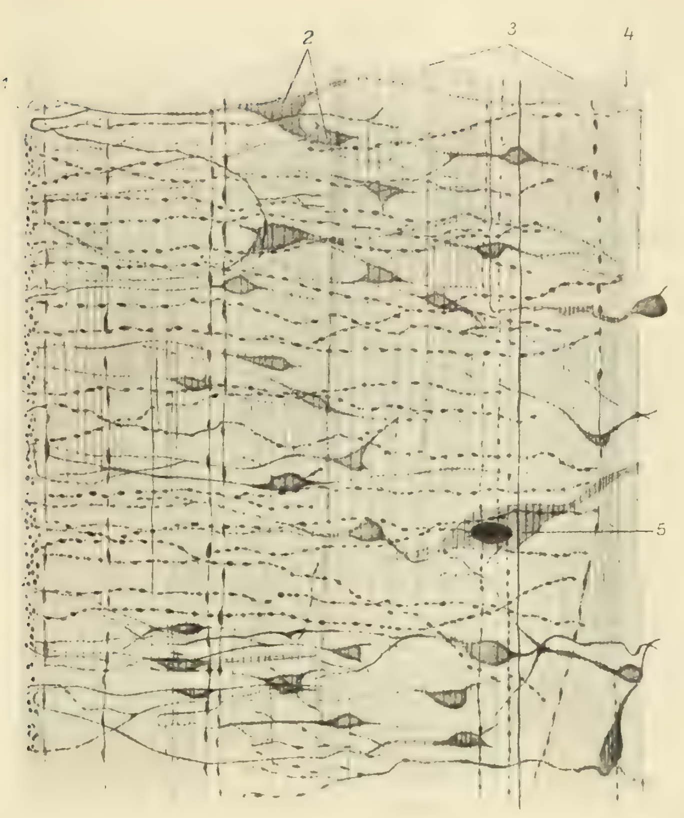
Nach Tretjakoff wird der Musculus rectus inferior vom Abduzens und außerdem vom Oculomotorius innerviert. Er ist demnach aus 2 Myotomen entstanden.

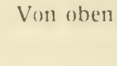
Rückenmark der Myxiniden

Das Rückenmark der Myxiniden zeigt so wie das *aller höheren Tiere* eine mittlere graue und eine periphere weiße Substanz. Es ist ein flacher, spitz endigender Stab. Die Unterseite ist sehr deutlich eingebuchtet, die Oberseite zeigt bei *Bdellostoma* Johannes Müller 2 oberflächliche Längsrinnen längs der Eintrittsstellen der dorsalen Wurzeln. Der Zentralkanal ist (nach Angabe verschiedener Autoren) durch eine unterbrochene protoplasmatische Querlamelle in einen dorsalen und ventralen Kanal geteilt. Nur im kaudalen und kranialen Ende des Rückenmarks ist bloß 1 Zentralkanal vorhanden. Der Reissnersche Faden findet sich nur im ventralen Kanal.

Nach Nansen besteht die weiße Substanz des Rückenmarks hauptsächlich aus Längsfasern. Die Müllerschen Nervenfasern liegen hauptsächlich nach der ventralen Seite hin. Zwischen ihnen und durch die ganze weiße Substanz hindurch findet sich eine Menge sehr feiner Längsnervenfasern und zwischen jeder dieser Fasern zieht in transversaler Richtung eine Masse äußerst zarter Neurogliafasern und Zweige der »Protoplasmaausläufer« (Dendriten) der Ganglien-Zellen. Die Nervenfasern (»Nervenröhren«) bestehen aus einer Hülle und Spongio- und Hyalo-Plasma in Gestalt von Primitivröhren.

Die in der Regel multipolaren Ganglien-Zellen liegen in der grauen Substanz. Ihre sich wiederholt dichotomisch teilenden Dendriten haben immer eine periphere Richtung und ihre zahlreichen feinen Zweige laufen zwischen den Längsröhren nach der Peripherie des Rückenmarks, wo sie unter der Hülle mit kleinen Verdickungen oder Platten endigen.





Figur 203.

Figur 203. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Teil des oberen Rückenmarks-drittels.* (*1*) äußere (linke laterale) Rückenmarkskante; (*2*) Ganglien-Zellen, mit ihren Fortsätzen aus dem Inneren des Markes durchschimmernd; (*3*) longitudinale Nerven-Fasern, über die variköse Querfasern an der Rückenmarks-Oberfläche ziehen; (*4*) Mittellinie des Markes (Zentralkanal); (*5*) große Ganglien-Zelle. (Nach G. Retzius)

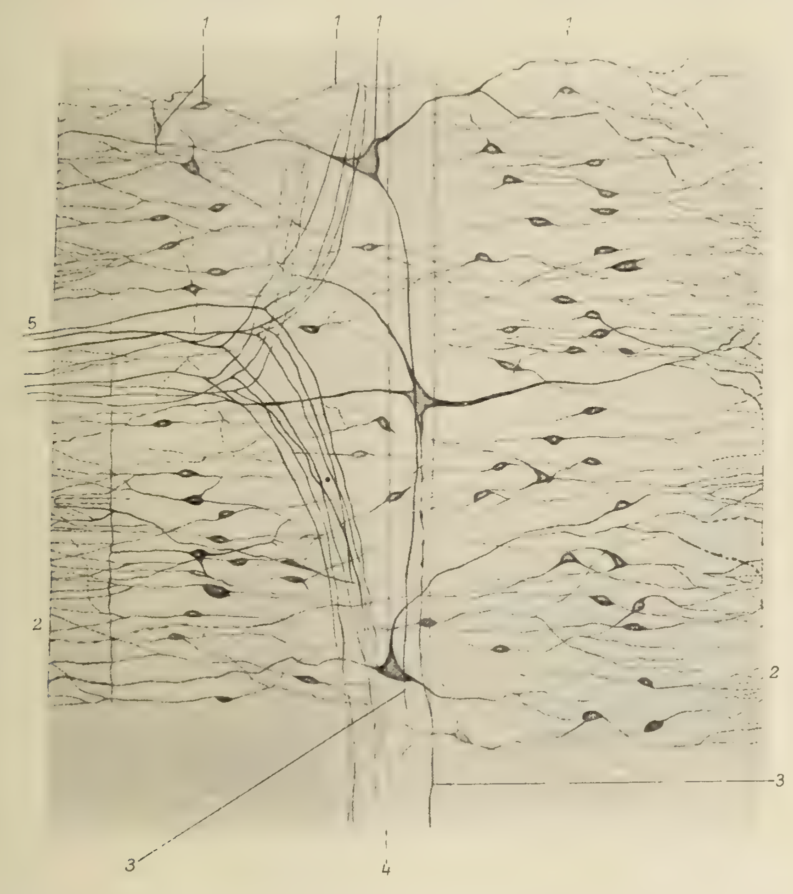


Figur 204.

Figur 204. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rückenmarks-Teil aus der Schwanzgegend.* Von der Ventralfläche gesehen. (*1*) äußere Kante des Rückenmarks; (*2*) ventrale Nervenwurzel; (*3*) Nervenfasern an der Ventralseite, die sich dichotomisch teilen und quer über die Mittellinie ziehen; (*4*) Mittellinie des Rückenmarks (Zentralkanal); (*5*) Ganglien-Zelle. (Nach G. Retzius)

Von nervösen Fortsätzen (Neuriten) finden sich solche, die ihre »Individualität nicht verlieren« und direkt in Nervenröhren übergehen, zugleich aber feine Seitenzweige abgeben, und solche, die vollständig in feine Zweige aufgelöst werden.

Neuroglia-Zellen sind in großer Menge in der grauen Substanz enthalten. Ihre Fortsätze ziehen durch diese durch und endigen unter der Rückenmarks-Hülle. Von ein und derselben Zelle können Fortsätze nach der ventralen und



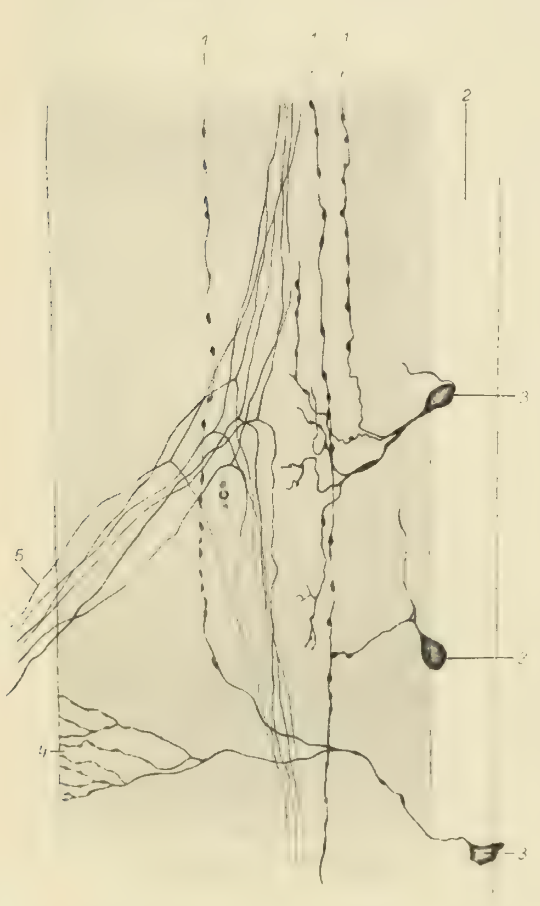
Figur 205. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Teil des Rückenmarks, 3 Zentimeter von der Schwanzspitze.* Von der Dorsalseite gesehen. (*1*) Ganglien-Zellen mit ihren Fortsätzen; (*2*) äußere (laterale) Kante des Rückenmarks; (*3*) Stammfortsätze großer Ganglien-Zellen; (*4*) Zentralkanal); (*5*) dorsale Nervenwurzel. (Nach G. Retzius)

dorsalen Seite hin entsendet werden. Diese Fortsätze anastomosieren, ebenso wie die nervösen Fortsätze der Ganglien-Zellen, niemals. Die den Zentralkanal umgebenden Epithel-Zellen ähneln den Neuroglia-Zellen sehr stark, die ektodermalen Ursprungs sind und von ihnen abstammen.

Unter der Rückenmarks-Hülle verläuft in der dorsalen Oberfläche (nach den Beobachtungen von Retzius) ein System varikös knotiger, im großen und ganzen transversal ziehender Fasern ziemlich gerade oder mehr wellenförmig von der Kante gegen die Mittellinie hin. Manche überschreiten die Mittellinie und endigen in der entgegengesetzten Hälfte des Rückenmarks. Zuweilen gabeln sie sich dichotomisch. Sie sind durch Zwischenräume getrennt. An der Kante biegen sie ventralwärts um. Unter dieser Querfaserschicht liegt eine dicke, dichte Schicht

zahlreicher variköser, feiner Längsfasern, unter denen sich auch einige dickere Fasern finden (Müllersche Fasern).

Im allgemeinen sind die Ganglien-Zellen nicht sehr verschieden untereinander. Sie bilden im Inneren des Rückenmarkes jederseits vom Zentralkanal ein Längsband, dessen mittlere Partie die meisten, dessen peripherer Teil nur wenigere Zellen aufweist und im Gebiet des äußersten Randes besonders spezialisierte Zellen besitzt. Es finden sich uni-, bi-, tri- und multipolare Zellen.



Figur 206. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rückenmarks-Teil aus der Schwanzgegend*. Von der dorsalen Fläche gesehen. (*1*) Stammfortsätze der Ganglien-Zellen; (*2*) Mittellinie des Markes (Zentralkanal); (*3*) Ganglien-Zellen; (*4*) Nebenfortsätze von (*3*); (*5*) dorsale Nervenwurzeln an der linken lateralen Kante des Rückenmarks. (Nach G. Retzius)

Die ovalen oder spindelförmigen bipolaren Zellen bilden da und dort kleine Gruppen und liegen überhaupt bald dichter, bald zerstreuter. Sie senden einen Fortsatz medianwärts, den anderen nach der äußeren Rückenmarkskante hin. Viel seltener sind tripolare Zellen. Auch Zellen mit 4 Fortsätzen finden sich.

In der nächsten Umgebung des Zentralkanals finden sich spärliche, mittelgroße tri- und multipolare Zellen. Außer ihnen weist die nächste Umgebung des Zentralkanals auch unipolare Zellen oder solche bipolare auf, die vom inneren Ende nur einen kurzen Fortsatz aussenden, während der eigentliche, große Fortsatz nach außen zieht. Der äußere Fortsatz der transversal angeordneten Ganglien-Zellen teilt sich dichotomisch und diese Äste verzweigen sich in der Nähe des Randes wieder mehrmals und werden varikös kantig. Es sind also Fasern, die zur Peripherie des Rückenmarks verlaufen.

Bei den Fortsätzen der mittelgroßen Zellen findet sich zweierlei Verhalten. Entweder zieht der periphere Fortsatz verästelt in direktem Verlauf nach außen, oder er verläuft zuerst eine Strecke longitudinal, um dann erst nach der Peripherie umzubiegen.

Der Neurit der meisten Ganglien-Zellen ist recht schwer in seinem Verlauf nachzuweisen. Er teilt sich gleichfalls oft und der eine Teil, der »Nebenfortsatz« nach Nansen, zieht, sich verästelnd und in kleine, variköse Endteilchen aufteilend, an die Peripherie des Rückenmarks, während der Hauptast umbiegt und nach vorn geht. Retzius bezeichnet diese sich gabelnden Neuriten als »gemischte Fortsätze«. Solche Neuriten sind aber nur selten genau nachzuweisen; ebenso wie die Unterscheidung motorischer und sensibler Nerven-Zellen wegen der noch nicht

HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

DR. WILLY KÜKENTHAL
GEHEIMEM REGIERUNGSRAT
WEILAND O. Ö. PROF. AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UNTER MITARBEIT
ZAHLREICHER FACHGELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THILO KRUMBACH

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) = Cyclostoma Ichthya

Bearbeitet von

Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien

DRITTE LIEFERUNG
(Bogen 14 bis 21)

Ausgegeben am 5. Oktober 1933



BERLIN UND LEIPZIG 1933
WALTER DE GRUYTER & CO.
VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

Bisher sind erschienen:

ERSTER BAND

Protozoa – Porifera – Coelenterata – Mesozoa

1925. Quart. Mit 868 Figuren. XIV, 1060 Seiten.
Geheftet Rm. 65.—, in Halbleder gebunden Rm. 75.—

ZWEITER BAND

Vermes Amera – Vermes Polymera – Echiurida – Sipunculida – Priapulida

Bisher sind die folgenden Beiträge erschienen:

Einleitende Worte über den Plan unserer Darstellung der Würmer, mit Literatur-Verzeichnis — erschienen als Teil (1) Seite 1 bis 18 (in Lieferung 1).

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Amera — erschienen als Teil (1) Seite 19 bis 33 (in Lieferung 1). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Plathelminthes — erschienen als Teil (1) Seite 34 bis 51 (in Lieferung 1). *Abgeschlossen.*

Turbellaria — erschienen als Teil (1) Seite 52 bis 112 (in Lieferung 1), Teil (1) Seite 113 bis 192 (in Lieferung 9) und als Teil (1) Seite 193 bis 320 (in Lieferung 16). *Noch unvollendet.*

Trematoda — erschienen als Teil (2) Seite 1 bis 128 (in Lieferung 3) und Seite 129 bis 140 (in Lieferung 7). *Abgeschlossen.*

Cestoidea — erschienen als Teil (2) Seite 141 bis 256 (in Lieferung 7) und Seite 257 bis 416 (in Lieferung 11). *Abgeschlossen.*

Nemertini — erschienen als Teil (3) Seite 1 bis 110 (in Lieferung 4). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Nemathelminthes — erschienen als Teil (4) Seite 1 bis 7 (in Lieferung 4). *Abgeschlossen.*

Rotatoria — erschienen als Teil (4) Seite 8 bis 18 (in Lieferung 4) und Seite 19 bis 120 (in Lieferung 5). *Abgeschlossen.*

Gastrotricha — erschienen als Teil (4) Seite 121 bis 146 (in Lieferung 5) und Seite 147 bis 186 (in Lieferung 6). *Abgeschlossen.*

Kinorhyncha — erschienen als Teil (4) Seite 187 bis 242 (in Lieferung 6) und Seite 243 bis 248 (in Lieferung 8). *Abgeschlossen.*

Nematodes — erschienen als Teil (4) Seite 249 bis 402 (in Lieferung 8). *Abgeschlossen.*

Nematomorpha — erschienen als Teil (4) Seite 403 bis 448 (in Lieferung 10). *Abgeschlossen.*

Acanthocephala — erschienen als Teil (4) Seite 449 bis 482 (in Lieferung 10). *Abgeschlossen.*

Kamptozoa (Bryozoa entoprocta) — erschienen als Teil (5) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 6). *Abgeschlossen.*

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Polymera — erschienen als Teil (6) Seite 1 bis 32 (in Lieferung 12). *Abgeschlossen.*

Archiannelida und Polychaeta — erschienen als Teil (7) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 12) und Seite 65 bis 212 (in Lieferung 13). *Abgeschlossen.*

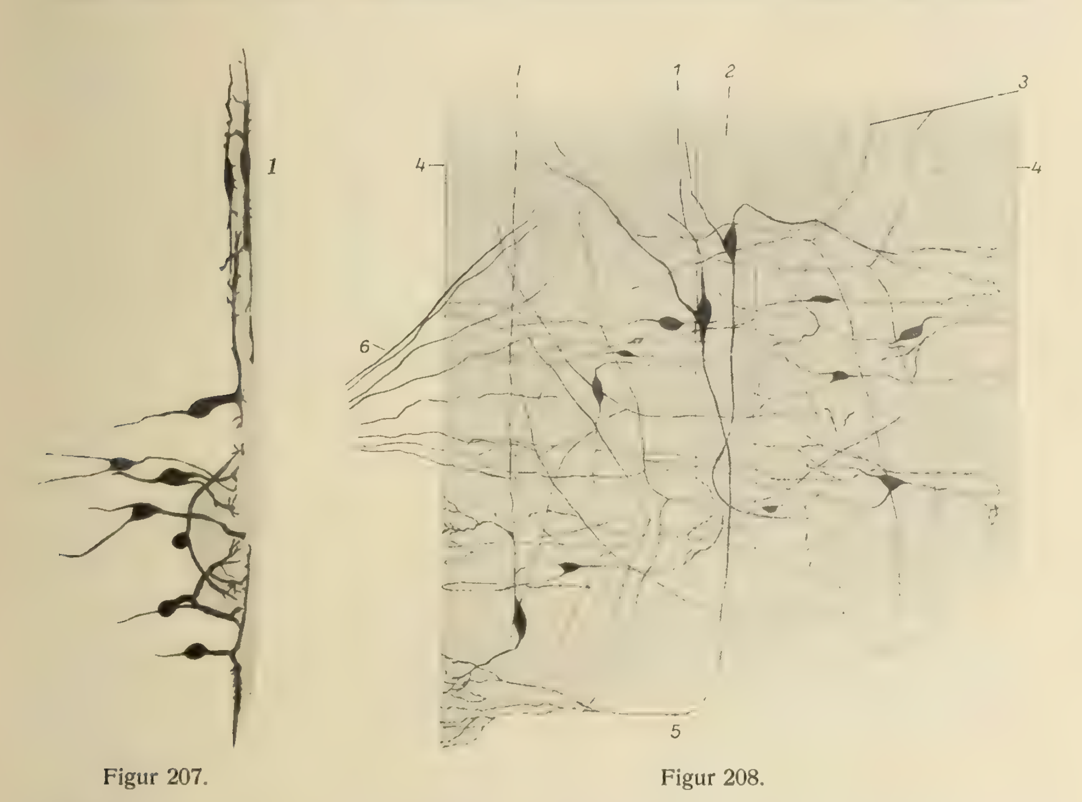
Oligochaeta — erschienen als Teil (8) Seite 1 bis 112 (in Lieferung 2) und Seite 113 bis 118 (in Lieferung 15).

Hirudinea — erschienen als Teil (8) Seite 119 bis 240 (in Lieferung 15). *Noch unvollendet.*

Priapulida, Sipunculida, Echiurida — erschienen als Teil (9) Seite 1 bis 160 (in Lieferung 14). *Bis auf einige Seiten Literatur-Verzeichnis abgeschlossen.*

scharf ausgesprochenen Unterschiede im Bauplan dieses Rückenmarks nicht mit Bestimmtheit durchzuführen ist. Im allgemeinen ist wohl anzunehmen, daß die größeren Ganglien motorischen, die kleineren sensiblen Charakter haben.

Neben den ihre Fortsätze nach der Peripherie des Rückenmarks entsendenden Zellen finden sich auch solche, deren Dendriten sich nur im Inneren des Rücken-



Figur 207. Figur 208.

Figur 207. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *äußere Kante des Rückenmarks aus der Mitte des Tieres.* Große Zellen mit dicken, sich an der Kante longitudinal ausbreitenden Fortsätzen. (*1*) äußere Grenzkontur. (Nach G. Retzius)

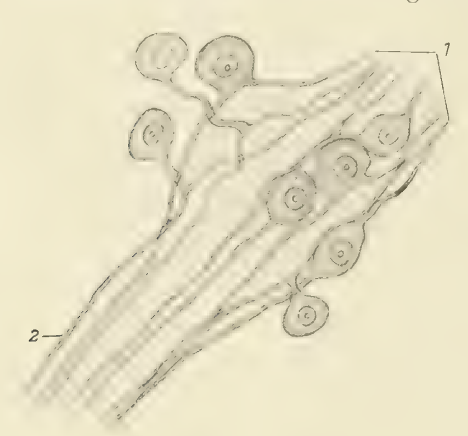
Figur 208. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rückenmarks-Teil.* Von der ventralen Seite gesehen, mit durchschimmernden Ganglien-Zellen. (*1*) Stammfortsatz; (*2*) Mittellinie des Rückenmarks (Zentralkanal); (*3*) Nervenfasern an der Ventralseite, die quer über die Mittellinie ziehen und sich dichotomisch teilen; (*4*) äußere (laterale) Rückenmarks-Kanten; (*5*) Nebenfortsatz der Ganglien-Zellen; (*6*) ventrale Nervenwurzel. (Nach G. Retzius)

marks ausbreiten, und zwar mit reichlicher Verästelung. In den äußeren Kantenpartien des Markes liegen überdies große, mehr oder weniger longitudinal ausgezogene Zellen mit auffallend groben und gezackten Fortsätzen. Manchmal liegt der Kern dieser Zellen nicht longitudinal, also nicht in der Richtung ihrer Fortsätze, sondern er senkt sich zugleich mit dem eigentlichen Zellkörper in das Innere des Rückenmarks ein, und es entstehen dann verschiedene Zell-Formen, wie »Flaschen-Formen« und ähnliche, von deren innerem Ende gewöhnlich eine schmale Faser in das Rückenmarks-Innere hineinzieht. Retzius meint, daß es nervöse Zellen sein dürften. Von späteren Autoren ist die nervöse Natur dieser Zellen in Abrede gestellt worden.

Zu beiden Seiten des Zentralkanals liegen unregelmäßig gestaltete Zellen, die eine eigentümliche Verzweigung aufweisen: Neuroglia-Zellen (nach der Ansicht

von Retzius). Ihr kleiner Kern liegt im Inneren des Marks an der Grenzschicht zwischen Faser-Schicht und Ganglienzellen-Schicht. Ähnlich gebaute, größere Zellen liegen im übrigen Teil der Seiten des Rückenmarks. Ihre Lage und Anordnung ist aus Figur 210 ersichtlich. Vom Zellkörper dieser am Zentralkanal gelegenen Zellen geht ein dichtes Büschel feiner, nach der Oberfläche des Markes ziehender, zuweilen dort wie ein dichtes Geäst endigender, hier und da verzweigter Fasern.

Auch auf der Ventralfläche des Rückenmarks ziehen leicht gewundene, variköse, denen der Rückenseite sehr ähnliche Fasern quer über die Oberfläche: wohl auch Dendriten von Ganglien-Zellen. Weiter finden sich überall an der Oberfläche auch noch Fasern, die quer über die Mittellinie ziehen, auf der einen Seite spitz auslaufen, auf der anderen aber sich teilen und einen dorsolateralen und einen kaudolateralen Zweig aussenden, von denen besonders der 2te bis in die Nähe des äußeren Randes geht.



Figur 209. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Partie eines zerebrospinalen Ganglions aus dem hinteren Teil des Tieres.* Die Ganglien-Zellen in natürlicher Lage dargestellt. (*1*) zentrales Ende; (*2*) peripherischer Nervenzweig. (Nach G. Retzius)

Als letztes Element sind noch die Kolossal-Fasern zu erwähnen.

Was die spinalen Wurzeln betrifft, so teilen sich (nach den Beobachtungen von Nansen und Retzius) die Nervenfasern der dorsalen sensiblen Wurzeln nach dem Eintritt in das Rückenmark dichotomisch, derart, daß einer der beiden etwa gleich starken Äste vorwärts, der andere rückwärts längs verläuft, was ja auch dem Verhalten *bei höheren Tieren* entspricht. Die zugehörigen Ganglien-Zellen, deren Fortsätze die dorsalen Wurzelfasern darstellen, liegen in den peripheren Spinalganglien.

Die ventralen Wurzelfasern teilen oder verzweigen sich im Inneren des Rückenmarks nicht.

In den Ganglien der sensorischen Spinalwurzeln finden sich große, typische uni- und bipolare Zerebrospinal-Ganglienzellen, zwischen denen es Übergangsformen gibt.

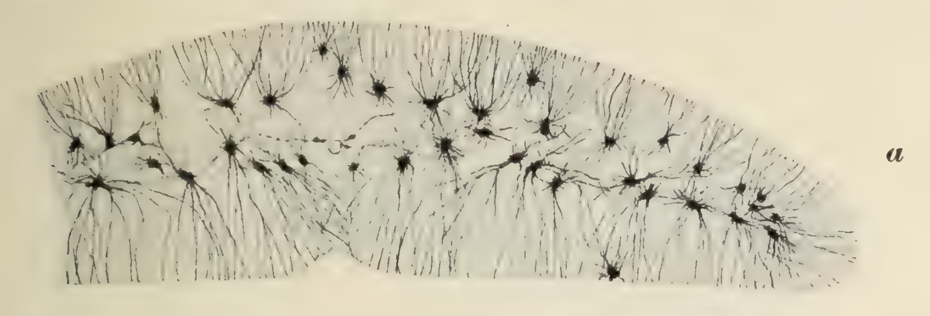
Die um den Zentralkanal gelegenen Ependym-Zellen strahlen mit ihren inneren Fortsätzen bis gegen dieses Lumen hin aus, während der peripherische, feine, faserförmige Fortsatz in verschiedenen Richtungen in das Rückenmark hinauszieht. Die übrigen Zellen, die als echte Neuroglia-Zellen aufzufassen sind, zeigen 2 Hauptformen: die eine liegt, wie schon erwähnt, fast ausnahmslos an der Grenze der grauen und weißen Substanz, während die Zellen der anderen Form innerhalb der grauen Substanz zu finden sind. Retzius bezeichnet diese Zellen als Astrogliozyten. Zwischen beiden Zellen finden sich auch Zwischenformen.

Die Ependym-Zellen *von Myxine* Linnaeus zeigen in der bündelartigen Anordnung ihrer Fasern Übereinstimmung mit denen *von Branchiostoma* Costa.

Die Neuroglia-Zellen sind stark eckig, mit groben Stacheln und Kanten, mit denen die oft dicht zusammenliegenden Zellen ineinandergreifen und von denen

ihre Ausläufer ausgehen. Symmetrisch zu beiden Seiten des Kanals liegt eine nur Glia enthaltende Zone. Die Gliafasern endigen wie die Ependym-Zellen an der Peripherie des Markes mit kleinen, kegelförmigen Füßen, die, dicht aneinandergestellt, eine geschlossene Grenzschicht gegen die Pia (Urmeninx) bilden.

In großer Menge finden sich die Glia-Zellen im Septum mediale dorsale in der Mitte des Markes und in der Gegend ventral vom Zentralkanal. In den übrigen Teilen der weißen Substanz finden sich horizontale, schräge und vertikale Gliafasern. Zwischen Ependym- und Glia-Zellen gibt es verschiedene Übergänge.





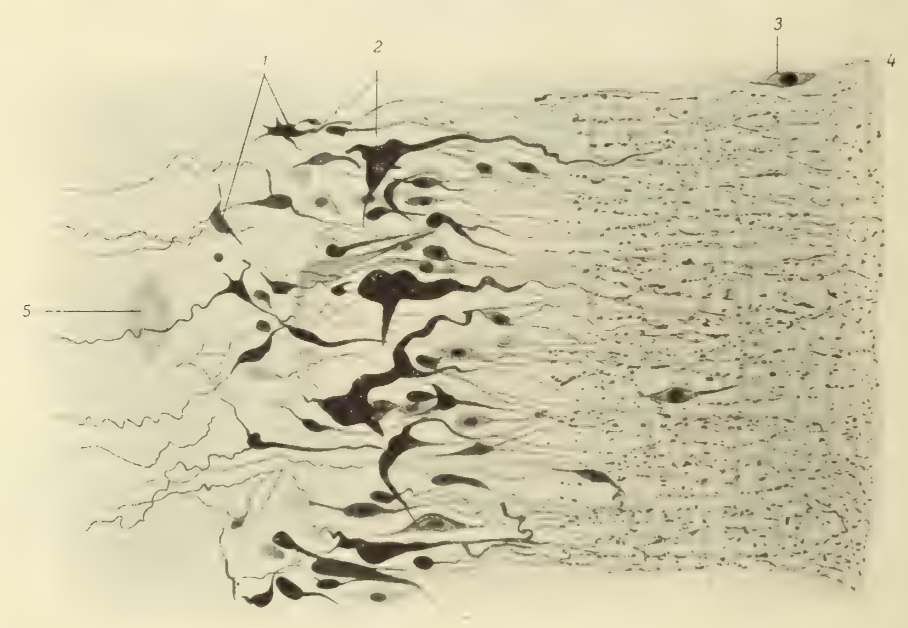
Figur 210. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Neuroglia*. ***a*** in einem Querschnitt aus dem Rückenmark, ***b*** aus der Medulla oblongata, stärker vergrößert. (Nach G. Retzius)

Rückenmark der Petromyzoniden

Das Rückenmark von *Ammocoetes* ist wegen der grundsätzlichen Wichtigkeit für den Bau des Nerven-Systems *aller Vertebraten* und wegen der Frage, von welchen Typen sie sich ableiten ließen, besonders oft, in letzterer Zeit vor allem von Tretjakoff studiert worden, dessen Ergebnisse die Grundlage der folgenden Ausführungen bilden.

Man kann im Rückenmark des *Ammocoetes*, das einen breiten, bandartigen, über der Chorda gelegenen Stab darstellt und keine besonderen Unterschiede gegenüber *dem erwachsenen Tier* zeigt, eine weiße Substanz mit dorsalen, ventralen und dorsolateralen Strängen und eine graue Substanz mit einer Mitte und mit Seitensträngen unterscheiden; freilich nicht der Färbung nach, sondern nur der Beschaffenheit und dem Aufbau, die ja das wichtigste Kriterium von weißer und grauer Substanz bedingen. Das Rückenmark hat 2 Oberflächen: 1 dorsale und 1 ventrale und 2 Seitenkanten, 1 rechte und 1 linke. In gleicher Weise wird auch die graue Substanz gegen die weiße abgegrenzt.

In den Seitensträngen der grauen Substanz liegen die motorischen Zellen (äußere, große Nerven-Zellen Reissners), von denen man 3 Typen unterscheiden kann. Der 1te Typus besteht aus sehr gleichmäßig im Rückenmark verteilten, etwa pyramidenförmigen, multipolaren Zellen mit mehreren in der Frontalebene von ihnen abgehenden und auch in der Frontalebene mit ihren Verzweigungen sich ausbreitenden Dendriten und einem in senkrechter Richtung zu der der Dendriten von der Zelle abgehenden Neuriten (Nervenfortsatz), der von einer Ecke der Pyramidenbasis als kegelförmiger, kurzer, sich rasch zu einer sehr feinen Nervenfaser verschmälernder, parallel zur Längsachse des Rückenmarks weiterziehender Fortsatz abgeht. Nachdem dieser Fortsatz eine Strecke in der grauen

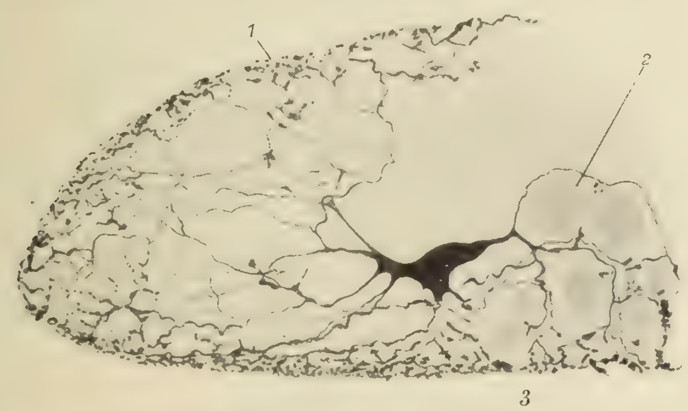


Figur 211. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Teil der Rückenmarkshälfte.* Von der unteren Oberfläche gesehen (von einem Totalpräparat; Gesamtbild). (*1*) Schalt-Zellen; (*2*) motorische Zelle; (*3*) Rand-Zelle; (*4*) Rand des Rückenmarks; (*5*) Dorsal-Zelle. (Nach Tretjakoff)

Substanz fortgezogen ist, entweder kranial- oder kaudalwärts, wobei er nicht vollständig gerade, sondern in regelmäßigen Windungen zickzackförmig verläuft, geht er in die weiße Substanz über, wird allmählich dicker, biegt um und tritt in die Fasermasse einer ventralen Wurzel ein. Niemals tritt ein Neurit direkt in eine ventrale Wurzel ein, sondern verläuft auch für den Fall, daß die motorische Zelle, der er entspringt, einer solchen geradewegs gegenüberliegt, zunächst eine Strecke weit kranial- oder kaudalwärts in der grauen Substanz. Abgesehen von den Fällen, wo der Nervenfortsatz (die motorische Faser) schon nach kurzer Strecke in eine ventrale Wurzel umbiegt, gehen von ihm immer während seines Verlaufs im Rückenmark in verschiedener Entfernung von der Zelle Kollateralen aus.

Die Dendriten entspringen von verschiedenen Stellen der motorischen Zelle, meist an ihrem lateralen Ende. Sie verlaufen in der grauen Substanz als schwach gewundene, sich allmählich verschmälernde Zellfortsätze, während sie in der weißen Substanz feine, gleichmäßig dicke, sich zwischen den Fasern der weißen Substanz dahinwindende Verzweigungen bilden, die sich an der Oberfläche des

Rückenmarks in noch feinere, mit größeren und kleineren Varikositäten versehene Ästchen teilen, die dort ein sehr dichtes Geflecht, aber kein Netz bilden, ohne sich mit denen anderer Zellen zu vereinigen. Die Fäden ordnen sich zwischen und über den Längsfasern der Rückenmarks-Oberfläche an. Stellenweise gehen sie auch in die tieferen Schichten der grauen Substanz, insbesondere in der Umgebung der Müllerschen Zellen. Es gibt 2 Haupt-Gruppen von Dendriten. Die eine, bedeutend umfangreichere, bleibt auf derselben Rückenmarks-Hälfte, der ihre Zelle angehört, verteilt sich im dorsalen, lateralen und ventralen Strang und dringt zwischen die Müllerschen Fasern ein, um die ihre varikösen Endfädchen ein dicht anliegendes, umhüllendes Geflecht bilden. Die andere Gruppe von

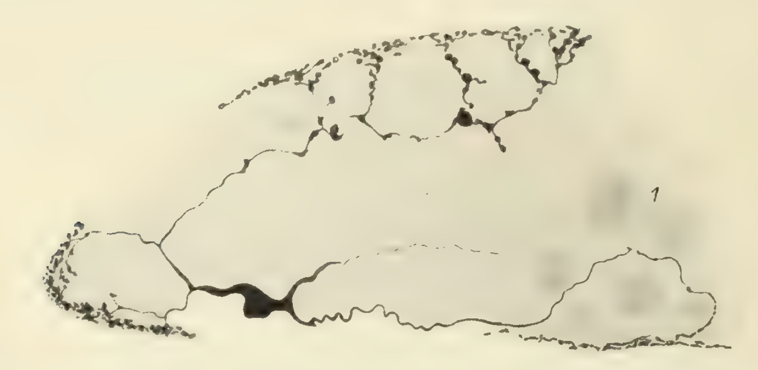


Figur 212. CYCLOSTOMA. — *Ammocoetes*: *Hälfte eines Querschnittes durch das Rückenmark*; große motorische Zelle des 1 ten Typus mit einer großen Anzahl Dendriten, die sich in einer Rückenmarkshälfte verzweigen. (*1*) dorsales, senkrechtes Geflecht; (*2*) Müllersche Fasern, von Dendritenverzweigungen umflochten; (*3*) ventrales senkrechtes Geflecht. (Nach Tretjakoff)

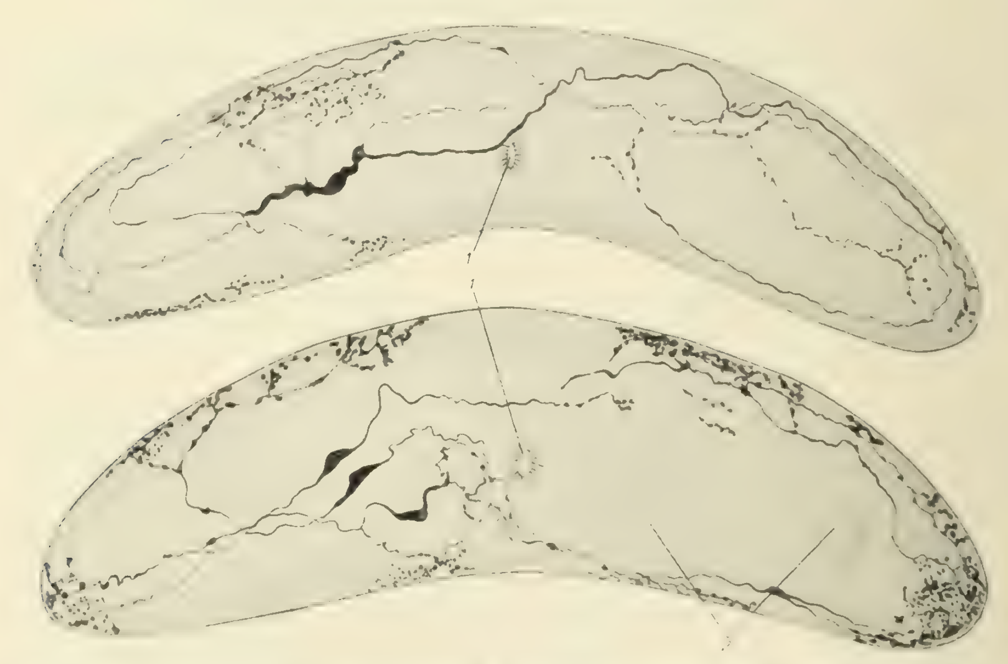
Dendriten zieht auf die gegenüberliegende Rückenmarks-Hälfte hinüber, wobei ihre Endausbreitung dort ungefähr in derselben Frontalebene verläuft, in der ihre Zelle liegt. Nur selten treten Verzweigungen der lateralen Dendriten auf die entgegengesetzte Seite. Meist sind es mediale, die entweder ventral vom Zentralkanal, ohne sich viel zu verzweigen, bis zur weißen Substanz der entgegengesetzten Seite gehen, dort End-Verzweigungen und -Fäden bilden und mit diesen in den Bestand der Fasern der Commissura grisea ventralis reichen, oder in gleicher Weise dorsal vom Zentralkanal bis zur Commissura grisea dorsalis ziehen. Die Größe der Ausbreitung der Dendriten hängt nicht von der Größe der Zellen ab, der sie angehören, dagegen ihre Zahl. Zum mindesten finden sich 2 Dendriten, 1 lateraler und 1 medialer.

Auch die von verschiedenen Autoren als Rand-Zellen bezeichneten Zellen (»Zellen mit dem Charakter der großen vorderen Zellen« nach Owsjanikoff) gehören (nach Tretjakoffs Ansicht, der sie gleichfalls als motorische Elemente anspricht) größtenteils zum Typus 1 der motorischen Zellen. Es sind Zellen, die aus der grauen Substanz zur Kante des Rückenmarks gerückt sind und zwischen denen und den motorischen Zellen alle möglichen Übergänge vorhanden sind. Die Form der Zellen entspricht in ihren verschiedenen Variationen der der eben geschilderten. Ebenso der Verlauf ihrer Dendriten und ihrer Nervenfasern; abgesehen von geringfügigen Abweichungen, die durch die Verschiedenheit der Lage der Rand-Zellen bedingt sind, denen sie angehören (Figur 213).

Die viel stärker variablen motorischen Zellen des 2ten Typus liegen in den Seitensträngen der grauen Substanz, sind pyramiden- oder spindelförmig, in verschiedener Richtung gekrümmt und gehören zu den großen Rückenmarks-Zellen, von denen Dendriten in verschiedenen Richtungen in großer Anzahl ausgehen, die mehrere, je in einem schmalen Querabschnitt des Rückenmarks angeordnete Systeme von Querverästelungen und varikösen Fädchen besitzen.



Figur 213. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Querschnitt durch das Rückenmark.* Eine außerhalb der grauen Substanz gelegene *motorische Zelle* (Rand-Zelle), deren Dendriten sich wie bei den typischen motorischen Zellen in den dorsolateralen und ventralen Bündeln verzweigen. (*1*) Müllersche Fasern. (Nach Tretjakoff)



Figur 214. Cyclostoma. — *Ammocoetes: 2 Querschnitte durch das Rückenmark.* Oben: Motorische Zellen des 2ten Typus mit medialen Dendriten, die auf die gegenseitige Rückenmarks-Hälfte dorsal vom Zentralkanal übergehen. Ein gleichfalls auf die gegenseitige Rückenmarks-Hälfte übergehender Ast des lateralen Dendriten endigt teilweise im senkrechten Geflecht, teilweise in der grauen Substanz. Unten: Links 3 typische amakrine Schalt-Zellen des 1ten Typus, rechts eine an der Grenze der grauen Substanz und des ventralen Stranges, aus dessen Bereich seine Verzweigungen nicht heraustreten. Die eine linke Zelle verzweigt sich in beiden Rückenmarks-Hälften, die andere verbindet den laterodorsalen Strang mit dem Gebiet der ventralen Kommissur, der mediane Dendrit der 3ten liegt zwischen Müllerschen Fasern. (*1*) Zentralkanal; (*2*) Müllersche Fasern. (Nach Tretjakoff)

Die Anordnung der Dendriten in der grauen Substanz ist verschieden von der in der weißen. Der ausschließlich von der kranialen oder kaudalen Zelloberfläche entspringende Nervenfortsatz unterscheidet sich nur durch das nahezu völlige Fehlen eines Anfangskegels von dem der motorischen Zellen des 1ten Typus (Figur 214).

Unter den motorischen Zellen des 3ten Typus kann man wieder 2 Arten unterscheiden: solche, die an Größe etwa denen des 1ten Typus entsprechen, und andere, die von Kolmer als Kolossal-Zellen bezeichnet werden und die größten des Rückenmarks darstellen. Sie besitzen eine meist schräg oder quer zur Rückenmarks-Achse gelegene Spindelgestalt und einen langen, an seinem Ende in feine Verzweigungen und variköse Fädchen übergehenden, bis zum Beginn ihrer feinen Verzweigungen in der grauen Substanz verlaufenden Dendriten, sowie mehrere kürzere, die in der Frontalebene der Zelle verlaufen. Alle Dendriten sind senkrecht zur Längsachse des Rückenmarks angeordnet und bilden mit denen der Zellen des 1ten und 2ten Typus ein dichtes Geflecht auf der Oberfläche der ventralen und dorsalen Lateralstränge. Der Nervenfortsatz entspringt mit einem Anfangskegel an dem dem langen Dendriten entgegengesetzten Ende der Zelle. Auch die Dendriten des 3ten Zell-Typus bleiben entweder auf derselben Rückenmarks-Hälfte oder gehen auf die andere über (Figur 216).



Figur 215. CYCLOSTOMA. — *Ammocoetes*: *2 motorische Zellen* (von einem Totalpräparat). (*1*) Rand des Rückenmarks; (*2*) Nervenfortsatz. (Nach Tretjakoff)

In den Seitensträngen, zuweilen auch an der Grenze der grauen und weißen Substanz, oder in der Mitte des Rückenmarks über dem Zentralkanal, oder in der weißen Substanz selbst liegen außer den 3 Typen motorischer Nerven-Zellen auch zahlreiche kleine bipolare oder multipolare Nerven-Zellen, die schon Retzius beobachtet hat, mit gleichartigen, den Dendriten der motorischen Zellen im Aussehen entsprechenden Fortsätzen, die man nach dem Verlauf dieser Fortsätze gleichfalls in 3 Gruppen teilen kann: (1) in solche, deren Fortsätze sich in einer Frontalebene verzweigen, (2) in solche, die sich nahe der Zelle in verschiedenen Frontalebenen verzweigen und (3) in solche mit langen Fortsätzen. Die Enden dieser Fortsätze treten im Gebiet des oberflächlichen Geflechts durch Kontakt mit den Endfäden der motorischen Zellen in Verbindung. Sie werden (von Tretjakoff) als amakrine oder Schalt-Zellen bezeichnet und den amakrinen Zellen (Spongioblasten) in der Retina *der Vertebraten* homologisiert (Figur 214, unten).

Die Fortsätze dieser Zellen verzweigen sich in verschiedenen Strängen und stellen folgende Verbindungen her: (1) dorsolaterale Stränge mit den ventralen (der häufigste Fall), (2) dorsale mit ventralen, (3) dorsale mit dorsolateralen, (4) dorsolaterale mit den Müllerschen Fasern derselben oder der entgegengesetzten

Seite, (5) die Gruppe der Müllerschen Fasern mit den ventralen Strängen. Seltener bilden sie Verbindungen der gleichnamigen Stränge.



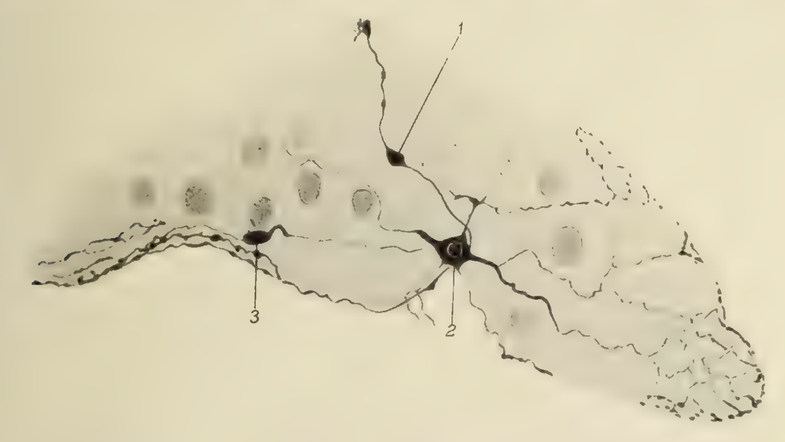
Figur 216. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Horizontalschnitt aus dem Rückenmark.* (*1*) motorische Zelle des 2ten Typus (deren Nervenfortsatz nicht zur Darstellung gelangt ist); (*2*) Schalt-Zellen des 2ten Typus; (*3*) langer Dendrit von (*4*) motorische Zelle des 3ten Typus; (*5*) Nervenfortsatz von (*4*); (*6*) Zellkörper von (*4*). (Nach Tretjakoff)

Die langen Fortsätze der Zellen ordnen sich mit varikösen Endfäden zwischen den verschiedenen Bündeln der weißen Substanz quer zur Längsachse des Rückenmarks an.

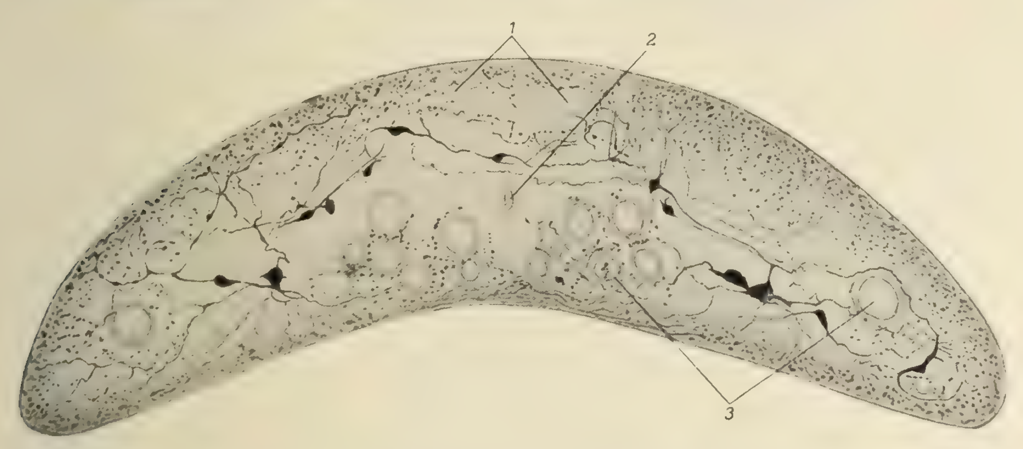
Eine besondere Gruppe von amakrinen Zellen ist mit den dorsalen Bündeln oder dem Grenzgebiet der dorsalen und dorsolateralen Bündel durch einen besonders dicken Fortsatz, der nach dem Eindringen in die Bündel in verschiedener Entfernung von der dorsalen Oberfläche in ein Büschel dicht beieinanderliegender variköser Fädchen zerfällt, verbunden.

Oberhalb des Zentralkanals liegt eine weitere Art von Nerven-Zellen, die (von verschiedenen Autoren) gewöhnlich als Hinter-Zellen bezeichnet wurden (große, bipolare Zellen Johannes Müllers), die aber (nach Tretjakoff) besser als Dorsal-Zellen zu bezeichnen sind, und deren Bereich, das Band, das von ihren Fortsätzen im dorsalen Mittelteil des Rückenmarks gebildet wird, nach seinem Vorschlag Nucleus dorsalis des Rückenmarks zu nennen ist. Es sind meist bipolare Zellen, deren Fortsätze sich bisweilen auf weite Entfernung in die Dorsalbündel erstrecken, schließlich in die laterodorsalen Dorsalbündel umbiegen und dort mit feinen, varikösen Fädchen in den oberflächlichen Schichten des Rückenmarks querverlaufend endigen. Die Fortsätze dieser Zellen haben keine Beziehung zu den dorsalen Wurzeln. Sie bilden keine Kollateralen. Nach Ansicht Tretjakoffs sind es wohl Assoziations-

Zellen, deren Endigungen hauptsächlich an der Oberfläche der laterodorsalen Bündel liegen, in der sich auch die Endverzweigungen der Fasern der dorsalen Wurzeln, der Schalt-Zellen und der motorischen Zellen finden. Die dorsalen Zellen summieren nach Tretjakoff die Reizung verschiedener dorsaler Wurzeln und übertragen sie auf andere Abschnitte des Rückenmarks und auf das verlängerte Mark.



Figur 217. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Hälfte eines Querschnitts durch das Rückenmark.* (*1*) amakrine Zelle, deren einer Dendrit sich im dorsalen Strang, deren anderer sich im Gebiet der ventralen Kommissur verzweigt; (*2*) motorische Zelle; (*3*) amakrine Schalt-Zelle, deren Dendriten sich in den ventralen Strängen verzweigen. (Nach Tretjakoff)



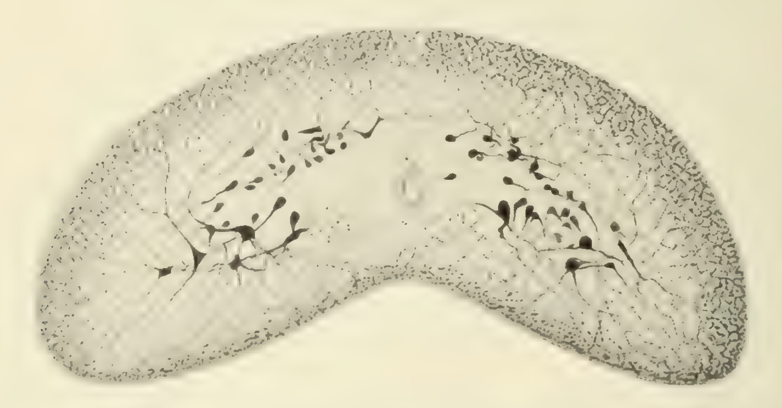
Figur 218. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Querschnitt durch das Rückenmark. Schalt-Zellen und das periphere Geflecht.* (*1*) dorsale Bündel; (*2*) Zentralkanal; (*3*) Müllersche Fasern. (Nach Tretjakoff)

Die Aufgabe der dorsalen Zellen, den dorsalen Strängen Fasern zuzuführen, äußert sich auch in ihrer Form, die eine größere, stärker gekrümmte, in die graue Substanz hineinragende ventrale und eine flache, den dorsalen Bündeln dicht anliegende dorsale Oberfläche aufweist.

Außer den bereits besprochenen Nerven-Zellen sind *im Rückenmark des Ammocoetes* auch Anfangsstadien der Entwickelung von Nerven-Zellen (Übergangsstadien von Neuroblasten zu echten Nerven-Zellen) vorhanden. Sie finden sich (nach den Beobachtungen von Tretjakoff) nur bei den *kleinsten Ammocoeten*. Die Ansicht Kolmers, daß es sich hierbei um Übergangsformen von Ependym-Zellen handle, wird durch Tretjakoff abgelehnt.

Was die Fasern der dorsalen Rückenmarks-Wurzeln anbelangt, so teilen sie sich (wie schon Nansen festgestellt hat) T-förmig. Eine Vereinigung dieser dorsalen Wurzeln mit den Dorsal-Zellen besteht (nach Tretjakoff, entgegen der Ansicht Kolmers) nicht.

Die nur außerhalb des Rückenmarks von einem Neurilemm umgebenen Fasern der hinteren Nervenwurzeln dringen, zuweilen bis an die dorsale Oberfläche der grauen Substanz, in das Rückenmark ein und biegen in diesem entweder einfach in rechtem Winkel um oder spalten sich T-förmig zu Ästen, die Längsfasern der dorsolateralen Bündel darstellen, vorwiegend an der Grenze dieser und der dorsalen Bündel längs verlaufen und in kurzer Entfernung quergehende,



Figur 219. Cyclostoma. — *Ammocoetes*: *Querschnitt durch das frontale Rückenmark. Amakrine Schalt-Zellen* von verschiedener Größe und Lage. (Nach Tretjakoff)

kurze, rasch schmäler werdende Kollateralen aussenden. Diese dringen in den dorsalen Strängen bis zur Mittellinie des Rückenmarks ein und verlieren sich zwischen den Fortsätzen der dorsalen Zellen. Die Enden der Kollateralen und die Enden der dorsalen lateralen Fasern der meisten übrigen Fasern der Hinterwurzeln verzweigen sich wie die Dendriten mit varikösen Fädchen, die in den äußersten obersten Schichten des Rückenmarks in Kontakt mit den Dendriten-Verzweigungen von motorischen und Schalt-Zellen ein sehr dichtes, oberflächliches Geflecht bilden.

Die Fasern der dorsalen Wurzeln sind vollkommen homolog *denen anderer Wirbeltiere*. Sie stellen zentrale Fortsätze der medullaren Ganglien-Zellen dar, die sich im Rückenmark verzweigen, die motorischen Zellen aber nicht unmittelbar umflechten, sondern in das allgemeine Oberflächengeflecht des Rückenmarks eingehen. Sie gehören mit all ihren Teilen stets e i n e r Rückenmarkshälfte an.

In der Mitte der ventralen Rückenmarks-Oberfläche liegt ein aus verschieden dicken, sehr oft Y-förmig geteilten, anfangs quer an der Oberfläche des Rückenmarks verlaufenden Fasern bestehendes Faser-System. Das laterale Ende dieser Fasern verschmälert sich zu einem sehr dünnen Fädchen, das mediale teilt sich nach Überschreitung der Mittellinie Y-förmig. Die beiden, manchmal Kollateralen aufweisenden Äste verlaufen in einem großen Bogen zu den längsziehenden Fasern. Da diese bogenförmigen Fasern in beiden Hälften des Rückenmarks gelegen sind, überkreuzen sich ihre Bögen. Nach Kolmers Ansicht bilden alle diese bogenförmigen Fasern Nervenfortsätze der Rand-Zellen, während Tretjakoff nach

seinen Beobachtungen die Bogenfasern als Bestandteile besonderer Kommissur-Zellen ansieht, die sich in Form und Lagerung nicht von motorischen Zellen unterscheiden.

Ein selbständiges System, das dem einzigen Lokomotionsorgan von *Ammocoetes*, dem Schwanz, motorische Impulse zuführt, bilden die Müllerschen Fasern, deren Anfang im Hinter- und Mittel-Hirn liegt und die sich über sehr große Strecken (nach Kolmer 8 Millimeter) ohne jede Verästelungen oder Kollateralen entlangziehen, in den Schwanzsegmenten ziemlich rasch verschmälern und zwischen anderen Fasern verlieren. Als extramedulläre Fortsetzungen dieser Fasern deutet Tretjakoff dicke Fasern in den ventralen Wurzeln, die, zwischen dünnen und mittelstarken Fasern gelegen, motorische Endigungen in den Muskeln bilden und in bezug auf ihren Durchmesser den dicksten Müllerschen Fasern entsprechen.

Die Nervenfasern sind nicht von einer Markscheide, wie Kolmer angibt, sondern von einer Scheide von Gliafäden umgeben. Die Gliafasern winden sich, sich in feinsten Fibrillen verzweigend und zu einem Netz verflechtend, zwischen sämtlichen Nervenelementen, umgeben sie und bilden »Futterale« um die Nerven-Zellen, deren Fortsätze und die Müllerschen Fasern, um welch letztere sie sich ringförmig in mehreren Schichten schlingen. Auch Längsfasern sind in diesem Falle vorhanden.

Fett in Gestalt von Fett-Tröpfchen findet sich, entgegen der Ansicht Kolmers, ausschließlich in den Ependym- und Glia-Zellen; interzelluläre Tröpfchen sind nicht vorhanden.

Kolmer unterscheidet keinen von den Dendriten histologisch verschiedenen Neuriten bei den Cyclostomen. Nansen und Retzius beschreiben als »gemischte Fortsätze« die in ihrem Aussehen Dendriten entsprechenden, aus deren Verzweigungen aber ein echter Nervenfortsatz entstehen soll. An den motorischen Fortsätzen beschreiben sie »Stammfortsätze«, die seitlich Nebendendriten absenden (siehe »*Myxiniden*«). Die von Freud als Hinter-Zellen besprochenen Zellen sind nach Ahlborn und Tretjakoff keine Hinter-Zellen, sondern die »kleinen Zellen«, wie sie von verschiedenen Autoren beschrieben worden sind. Die Dorsal-Zellen sind nach Ansicht verschiedener Forscher besondere sensible Elemente, die den dorsalen Wurzeln den Ursprung geben. Studnička schreibt ihnen motorische Funktion zu.

Eine Kritik all dieser sowie der anderen, seinen Untersuchungen vorhergehenden Beobachtungen findet sich bei Tretjakoff.

Für die einzelnen Stränge des Rückenmarks ist bei der Mehrzahl der Autoren folgende Bezeichnung üblich. (1) Funiculus dorsalis: ein Streifen dorsaler, seitwärts von den aus dem Rückenmark austretenden Wurzeln begrenzter Fasern. (2) Funiculus ventralis, zwischen den ventralen Wurzeln, breiter als (1). Tretjakoff spricht von 2 Funiculi ventrales, deren jeder einer ventralen Stranghälfte entspricht. (3) Funiculus lateralis (dorsolateralis nach Tretjakoff) dexter und (4) Funiculus lateralis (dorsolateralis nach Tretjakoff) sinister.

Innerhalb des Rückenmarks sind (nach vielfachen Untersuchungen) keinerlei Blutgefäße vorhanden. Solche finden sich nur im Gehirn.

Die flache, horizontal-bandförmige Gestalt des Rückenmarks *der erwachsenen Cyclostomen, Ammocoetes* in dieser Beziehung mit eingerechnet, ist in der durch diesen Mangel an Blutgefäßen bedingten Ernährungsweise begründet, da sich bei dieser Form seine Ernährung aus dem oberflächlichen Gefäßnetz am besten durchführen läßt: in der Weise, daß die Nahrungssubstanzen des Blutes zunächst in die Endverzweigungen der Dendriten gelangen und von dort an die Zellen weitergeleitet werden.

Die Hauptbeanspruchung des Rückenmarks sind Dehnungen und Kompressionen in seitlicher Richtung bei den Körperbewegungen. Dementsprechend sind auch die Dendriten und Endfäden gebaut, die sich vornehmlich in frontalen Ebenen anordnen, daher bei seitlichen Windungen nicht zerrissen werden können. Solche Fäden und Fasern, die aber doch in der Längsrichtung verlaufen, sind durch besondere Dicke und Festigkeit oder durch zickzackförmigen Verlauf vor dem Zerreißen geschützt. Dies gilt insbesondere von den Müllerschen Fasern.



Figur 220. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Nerven-Zelle aus dem Rückenmark mit dem Neurofibrillen-Faserwerk.* (Nach G. Retzius)

Von dem Rückenmark der mit paarigen Extremitäten versehenen Tiere oder derer, die solche früher besessen haben, unterscheidet sich das Rückenmark *der Cyclostomen* hauptsächlich durch die große Menge amakriner Zellen. Im allgemeinen behält das Rückenmark *aller Vertebraten* denselben Bau-Typus wie das *der Cyclostomen* bei.

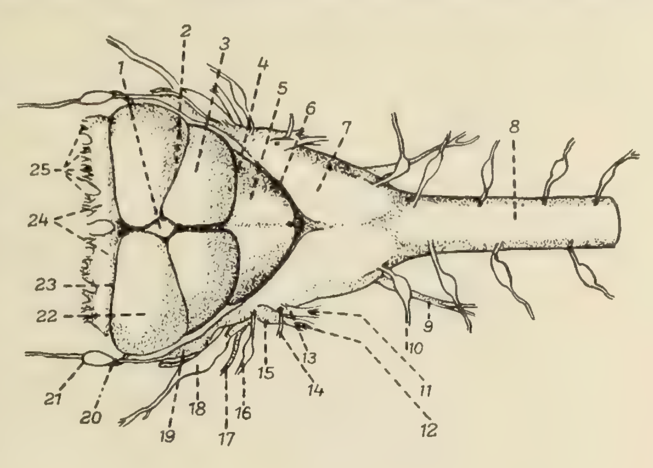
Sowohl in den großen wie den kleinen Ganglien-Zellen *der Petromyzoniden*, und zwar in den Zellen wie im Zellkörper, lassen sich gleich starke, sehr feine, strukturlose, hauptsächlich in der Längsrichtung des Zellkörpers verlaufende Fibrillen erkennen, die sich nicht verzweigen oder teilen, in der Zelle selber nicht ganz regelmäßig, dagegen in deren Ausläufern parallel, teils gerade, teils gekrümmt mit ganz gleich breiten, intrafibrillären Zwischenräumen verlaufen. Die Fibrillen des Ausläufers sind in viel geringerer Anzahl als die der Zellen vorhanden, doch sind Teilungen und Verzweigungen, die ihre größere Zahl im Zellkörper begründen könnten, wenn überhaupt, in sehr geringer Menge vorhanden. Es ist bei *den Petromyzoniden* daher diese Struktur als Fibrillen-Flechtwerk (Fibrillen-Geflecht), nicht als Fibrillen-Netzwerk zu bezeichnen.

So wie bei *Branchiostoma* Costa finden sich auch bei *den Cyclostomen*, und zwar im Ependym rings um den Zentralkanal, Zellen, die sich den anderen gegenüber verschieden verhalten und die als »innere Sinnes-Zellen« zu bezeichnen sind. Die schmalen, inneren, zentralen Enden dieser Zellen erreichen das Lumen des Kanals und heben sich auch ein wenig über die Grenzfläche der Ependym-Schicht knopfförmig verdickt hinaus. Ihre Kerne liegen gewöhnlich in der äußeren Partie der Ependym-Schicht in einer Erweiterung des zentralen Zellausläufers. Die Protoplasmahülle, die den Kern umgibt, geht an dessen peripherischer Seite in eine ganz feine Faser aus, die in peripherischer Richtung verfolgt werden kann. Ein Teil dieser Zellen findet sich auch außerhalb der eigentlichen Ependym-Schicht. Es sind nervöse Zellen. Vollständig einwandfrei sichergestellt ist freilich diese Frage noch nicht.

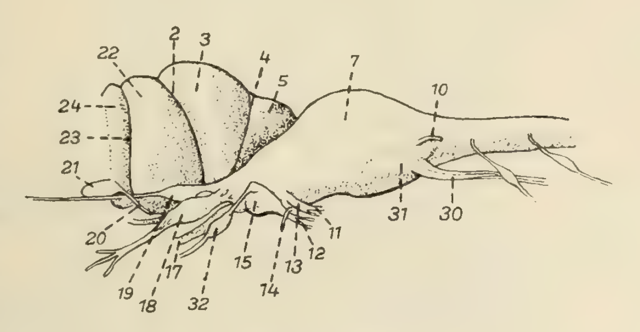
Gehirn der Myxiniden

Die Form des Gehirns von *Myxine* Linnaeus zeigt, von der Dorsalseite gesehen, folgende 5 Teile: (1) die beiden Bulbi olfactorii, (2) die Hemisphären, (3) das Diencephalon, (4) das Mesencephalon und (5) die Medulla oblongata (Myelencephalon). Transversale Furchen (Sulci) kennzeichnen die Grenzen der einzelnen Teile und ein longitudinaler, längs der Mittellinie der dorsalen Oberfläche ziehender Sulcus trennt jeden der genannten Teile in eine rechte und linke Hälfte.

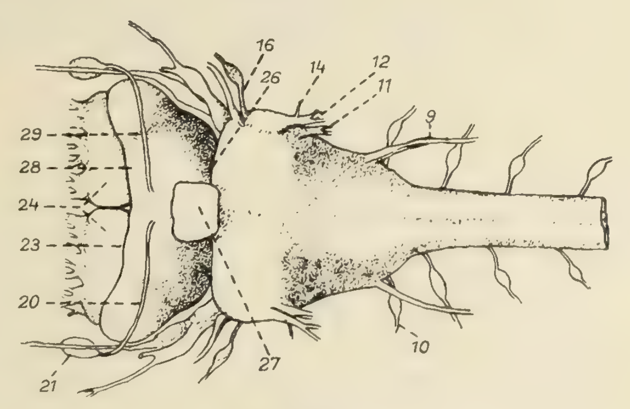
Die im Verhältnis zum ganzen Gehirn sehr großen Bulbi olfactorii werden in der Mittellinie durch die Fissura interbulbaris getrennt. Ihre vordere Oberfläche liegt dicht an das vor ihnen liegende Geruchs-Organ angeschmiegt. Der Riechnerv tritt von den Nasal-Septen mit mehreren Wurzeln in den Bulbus ein. Hinten steht er in breiter Verbindung mit dem Reste des Vorhirns. Äußerlich ist sein Gebiet durch den Sulcus rhinencephalicus begrenzt. Die hinter ihm folgende Hemisphäre erstreckt sich nach hinten bis zum Sulcus tel-diencephalicus, der die Grenze zwischen Hemisphäre und Thalamus bildet, sich auf dem lateralen Teile der Ventralfläche aber weniger deutlich in 2 schwache Sulci fortsetzt. Einer von diesen, der Sulcus basalis anterior, zieht gewöhnlich bis zum Sulcus rhinencephalicus nach vorn und bildet so die Grenze zwischen Hemisphäre und Vorderhirn; der andere, weniger konstante, stellt die Grenze zwischen Thalamus und Hypothalamus dar. Der ventrale, seitlich durch die beiden



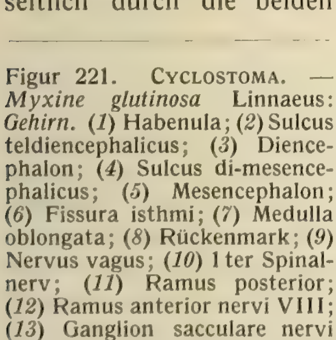
Von oben



Von der Seite

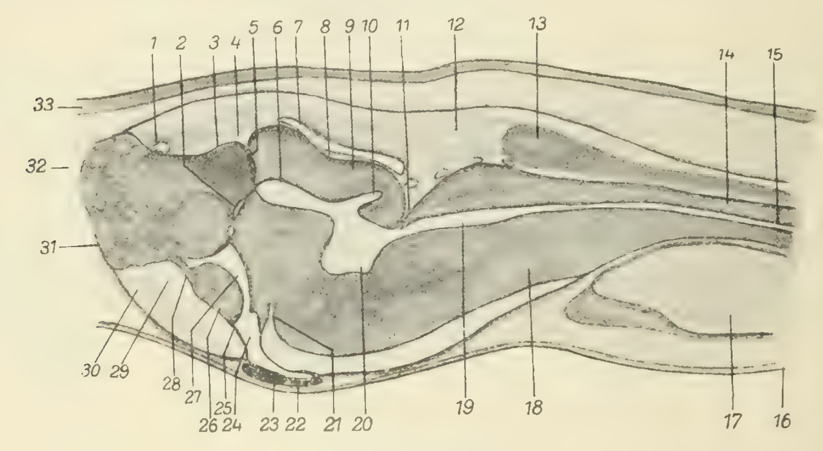


Von unten

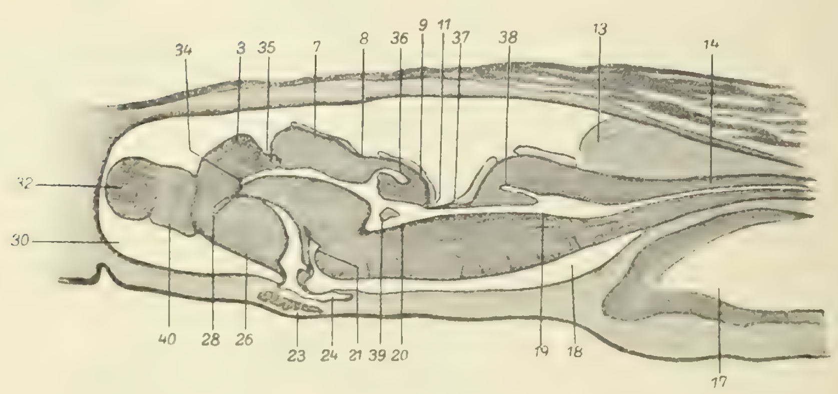


Figur 221. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Gehirn.* (*1*) Habenula; (*2*) Sulcus teldiencephalicus; (*3*) Diencephalon; (*4*) Sulcus di-mesencephalicus; (*5*) Mesencephalon; (*6*) Fissura isthmi; (*7*) Medulla oblongata; (*8*) Rückenmark; (*9*) Nervus vagus; (*10*) 1 ter Spinalnerv; (*11*) Ramus posterior; (*12*) Ramus anterior nervi VIII; (*13*) Ganglion sacculare nervi acustici; (*14*) Nervus facialis (VII); (*15*) Ganglion utriculare nervi acustici; (*16*) Nervus lateralis anterior; (*17*) motorischer Trigeminus; (*18*) Ganglion maxillo-mandibulare; (*19*) Ganglion ophthalmicum profundum; (*20*) Nervus opticus; (*21*) Auge; (*22*) Hemisphäre; (*23*) Sulcus rhinencephalicus; (*24*) Bulbus olfactorius; (*25*) Nervus olfactorius; (*26*) Plica encephali; (*27*) Hypophyse; (*28*) Area basalis telencephali; (*29*) Sulcus basalis anterior; (*30*) Nervus glossopharyngeus (IX)-vagus (X); (*31*) Lobus vagi; (*32*) Ganglion nervi lateralis anterioris. (Nach Retzius, verändert von Jansen)

erwähnten Sulci begrenzte, sich vom Sulcus rhinencephalicus nach hinten bis vor die Plica encephali erstreckende Teil des Hirns enthält die Area basalis des Vorderhirns und den ventralen Teil des Hypothalamus. Die Grenze zwischen beiden wird durch die Nervi optici gebildet. Eine konische Erhebung in der Mittellinie hinter dem Eintritt des Opticus bildet die Anheftung des Infundibulums, eines flachen, hohlen Rohres, dessen freier Teil hinten längs der ventralen



Myxine glutinosa



Bdellostoma stouti

Figur 222. Cyclostoma. — *Medianer Sagittalschnitt durch Schädelhöhle und Gehirn von Myxine glutinosa* Linnaeus und *Bdellostoma stouti* Lockington. (*1*) Sinus venosus; (*2*) Verbindung zwischen dem Ventriculus mesencephalicus und Ventriculus prosencephalicus; (*3*) Ganglion habenulare; (*4*) Sulcus meso-prosencephalicus; (*5*) Recessus pinealis und Pinealorgan; (*6*) vordere Verlängerung des Ventriculus mesencephalicus; (*7*) vorderer Teil des Mesencephalons; (*8*) Sulcus mesencephalicus transversus; (*9*) hinterer Teil des Mesencephalons; (*10*) obere Verlängerung des Ventriculus mesencephalicus; (*11*) Fissura rhombo-mesencephalica; (*12*) Perimeningealraum und Perimeringealgewebe im Schädel; (*13*) kraniales Ende des spinalen Perimeningealgewebes; (*14*) Rückenmark; (*15*) Zentralkanal; (*16*) Nasen-Gaumenschleimhaut (Mucosa naso-pharyngea); (*17*) Chorda dorsalis; (*18*) Rhombencephalon; (*19*) Ventriculus rhombencephalicus; (*20*) Ventriculus mesencephalicus; (*21*) Fissura rhombo-infundibularis; (*22*) oberer Wand des Ductus nasopharyngeus (Nasengaumenganges); (*23*) Hypophyse; (*24*) Saccus infundibularis; (*25*) Sinus postopticus; (*26*) Chiasma opticum; (*27*) Verbindung zwischen Recessus praeopticus und Infundibulum; (*28*) Recessus praeopticus; (*29*) artifizieller Hohlraum; (*30*) Perimeningealraum; (*31*) Glomeruli olfactorii; (*32*) Bulbi olfactorii; (*33*) Integument; (*34*) oberer Teil des Ventriculus prosencephalicus; (*35*) Sulcus meso-prosencephalicus und Pinealorgan; (*36*) hintere Verlängerung des Ventriculus mesencephalicus; (*37*) membranöser Teil der Biegung des Ventriculus rhombencephalicus; (*38*) Verlängerung des Ventriculus rhombencephalicus; (*39*) Tractus intraventricularis; (*40*) Lobus olfactorius. (Nach Sterzi)

Gehirn-Fläche über die Ebene des Nucleus interpeduncularis (siehe dort) hinausreicht. An seine ventrale Seite heftet sich der drüsige Hypophysen-Teil an, der von ihm jedoch immer durch eine Scheide von Bindegewebe getrennt ist. An beiden Seiten des Infundibulums zeigt die Ventralfläche am seitlichen Hinterteil des Hypothalamus eine Vorwölbung, die einer seitlichen Ausdehnung des Ventriculus hypothalami entspricht.

Die 3te größere Abteilung des Gehirns ist das Diencephalon, das 2 konvexe, in der Mittellinie durch den Sulcus longitudinalis dorsalis getrennte Lappen bildet. Seine vordere Grenze stellt der Sulcus tel-diencephalicus, die hintere der Sulcus di-mesencephalicus dar. Beide konvergieren seitlich. Eingeschaltet zwischen die 2 Hemisphären vorn und die beiden Thalamus-Lappen hinten liegt ein Körper, der (von Retzius) als Habenula festgestellt wurde. Ein Sulcus teilt ihn in einen linken und einen rechten Teil. Hinter dem Diencephalon ist ein kleiner Gehirn-Teil zwischen den Gehör-Partien der Medulla oblongata eingeschaltet: das Mesencephalon. Der Sulcus di-mesencephalicus bildet seine vordere Grenze gegen das Diencephalon, hinten trennt die Fissura isthmi die Medulla vom Tectum. Dieser Teil des Gehirns, der (von verschiedenen Autoren) auch als Cerebellum bezeichnet wird, ist äußerlich vollständig vom Gebiet des Acustico-lateralis getrennt. Ventral wird das Mesencephalon von der unter das Mittelhirn vorwärts gepreßten Medulla oblongata bedeckt. Nur der kleine Mesencephalon-Teil des Nucleus interpeduncularis reicht auf dem Boden der Plica encephali als eine kleine Vorragung an die Oberfläche.

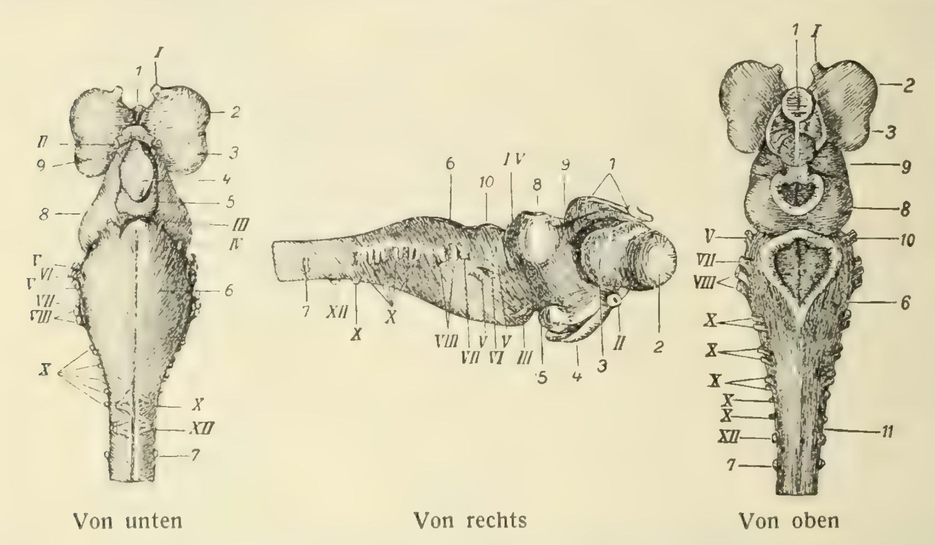
Von oben

Figur 223. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Gehirn.* (*1*) Nasengang mit den Knorpelringen; (*2*) Geruchsorgan mit dem knorpeligen »Korb«; (*3*) Lobus olfactorius; (*4*) Vorhirn; (*5*) Ganglion habenulae; (*6*) Mittelhirn; (*7*) Hinterhirn; (*8*) Nachhirn (Medulla oblongata); (*9*) Rückenmark; (*10*) sensorische Wurzeln der Spinalnerven; (*11*) Nervus vagus; (*12*) Nervus acusticus; (*13*) Nervus trigeminus (?); (*14*) Nervus facialis (?); (*15*) Nervus trigeminus; (*16*) Nervus opticus; (*17*) Auge. (Nach G. Retzius)

Der letzte, größte Gehirn-Teil ist die Medulla oblongata, das verlängerte Rückenmark, der vorn in 2 lange, das Mittelhirn zwischen sich einschließende, aber von ihm durch die Fissura isthmi getrennte Hörner ausläuft und ventral beträchtlich weiter vorwärts zieht als dorsal. Die durch die 2 Fasciculi retroflexi (Meynertschen Bündel) eingefaßte große Pars rhombencephalica des Nucleus interpeduncularis bezeichnet ihr Vorderende und bildet zugleich die hintere Grenze der Plica encephali. Hinten geht die Medulla in das Rückenmark über.

In das Medulla-Horn tritt der sensorische Nervus V (Trigeminus) von den dicht vorn angeschlossenen Profundus- und Maxillomandibularis-Ganglien. Ventral

von ihm entspringt die motorische Wurzel des Nerven. In enger Verbindung zum hinteren Ende des Maxillomandibularis-Ganglions liegt das Ganglion lateralis anterius; die gleichnamige Wurzel tritt unmittelbar dorsal vom Ganglion utriculare (siehe dieses) in die Medulla ein. Dicht hinter dieser Wurzel folgt das eben genannte Ganglion utriculare und das Ganglion sacculare und zwischen den in diese Ganglien von der Peripherie eintretenden Wurzeln entspringt der Nervus VII. Nahe dem Hinterende der Medulla erscheinen die Wurzeln des Glossopharyngeus-Vagus-Komplexes und über diesen die sensorische Wurzel des 1 ten Spino-occipital-Nerven.



Figur 224. Cyclostoma. — *Ammocoetes*: *Gehirn und verlängertes Rückenmark.* (*I bis X*) Kopfnerven; (*1*) Epiphyse; (*2*) Lobi olfactorii; (*3*) Cerebrum (Vorderhirn, Großhirn); (*4*) Hypophyse; (*5*) Saccus vasculosus; (*6*) Medulla oblongata (verlängertes Rückenmark, Nachhirn); (*7*) 1 tes Spinalnervenpaar; (*8*) Mesencephalon (Mittelhirn); (*9*) Thalamencephalon; (*10*) Cerebellum (Kleinhirn); (*11*) Rückenmark. (Nach Wiedersheim, aus Smitt)

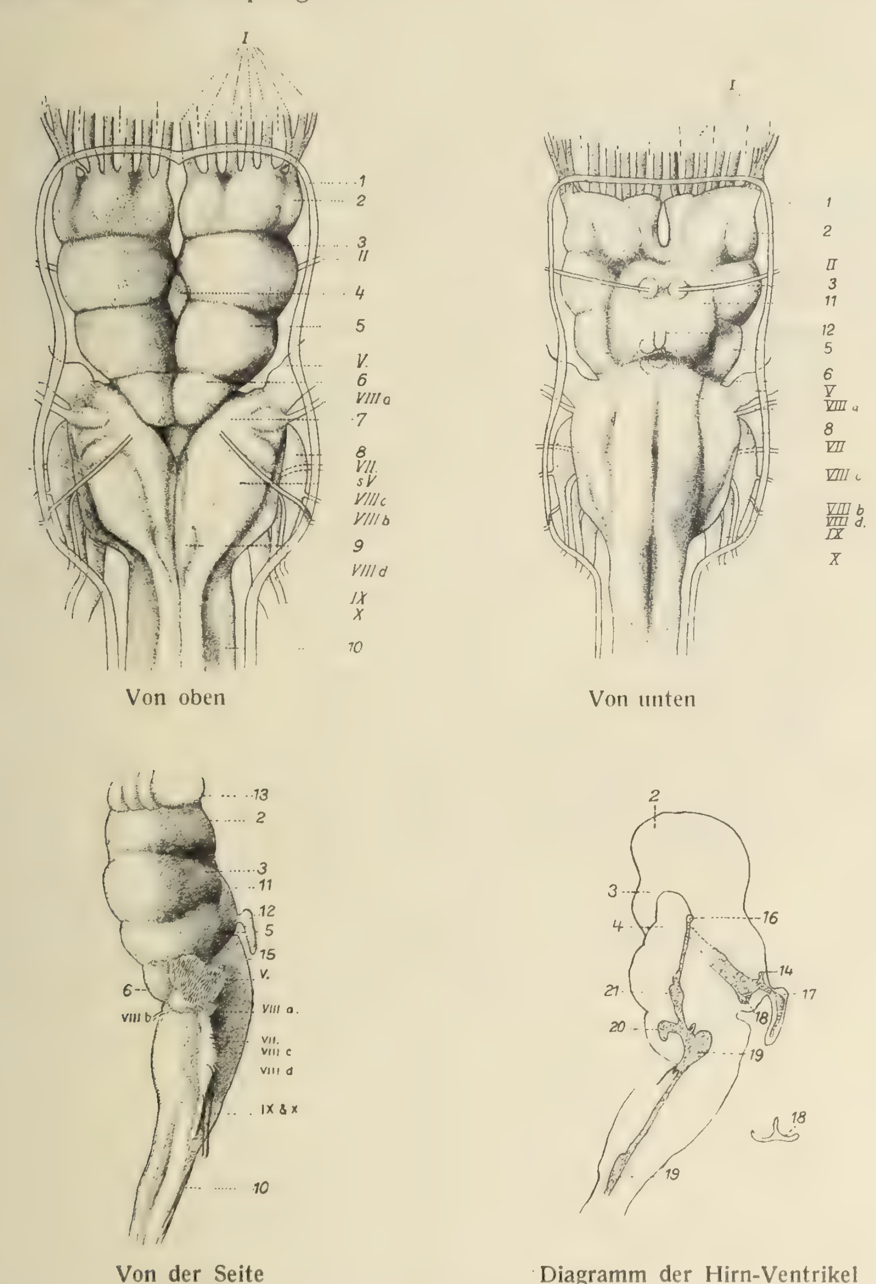
Das Gehirn der Myxiniden unterscheidet sich von dem *aller anderen Cranioten* dadurch, daß bei ihm die vorderen Hirnventrikel bis auf einen ganz schmalen Spalt verödet sind, wodurch das sehr starke, zwischen Bulbus olfactorius und Mittelhirn eingezwängte Vorderhirn eine noch massivere, klotzige Gestalt erhält.

Die Gehirnmasse besteht im wesentlichen aus einem ganz außerordentlich feinen, aus den sich meist schnell verzweigenden Zellausläufern gebildeten Netzwerk, in dem überaus feine Achsenzylinder liegen. Die Fibrillen sammeln sich zu den Bündeln der Nervenzüge. In der Oblongata und im Rückenmark, die topographisch und geweblich an die *der anderen Cranioten* erinnern, treten auch echte markhältige Nerven auf.

Das Nerven-System *von Myxine* Linnaeus hat bedeutend weniger Nerven-Zellen und bedeutend weniger und feinere Fasern als irgendein *anderes Cranioten-Gehirn*, die Gewebsmasse zwischen den einzelnen Elementen hat deutlich netzartige Anordnung.

Im allgemeinen handelt es sich hier um Zellen mit großen Kernen und spärlichem Protoplasma, in dem deutliche Fibrillen nachweisbar sind, die meist längsgerichtet zum Zelleib verlaufen. Nur im Mittelhirn und der Medulla oblongata, sowie in den mächtigen Kopfnervenganglien kommen Zellen von ungefähr gleicher

Größe wie die bei *anderen Cranioten* vor. In der Mittelhirnbasis finden sich auch einige Riesen-Zellen wie bei *Petromyzon* Linnaeus, aus denen kaudalwärts ziehende, dicke Nervenfasern entspringen.



Von oben

Von unten

Von der Seite

Diagramm der Hirn-Ventrikel

Figur 225. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma polytrema* Girard: *Gehirn*. (*1*) Cranium; (*2*) Lobus olfactorius; (*3*) Vorderhirn; (*4*) Habenularganglien; (*5*) Mittelhirn; (*6*) Cerebellum; (*7*) Acusticus-Region des verlängerten Rückenmarks; (*8*) Acusticusganglion; (*9*) Fasciculus communis; (*10*) Rückenmark; (*11*) Zwischenhirn; (*12*) Infundibularfortsatz; (*13*) Geruchs-Organ; (14) Infundibulum; (*15*) verlängertes Rückenmark; (*16*) 3ter Ventrikel; (*17*) Infundibularfortsatz und sein Ventrikel; (*18*) halbkreisförmiger Kanal aus der Basis des Infundibulums; (*19*) 4ter Ventrikel; (*20*) Cerebellarventrikel; (*21*) Iter. Die römischen Ziffern entsprechen den betreffenden Cranialnerven, zum Beispiel (*s V*) sensibler Nervus quintus (Trigeminus). Die punktierten Teile des Diagramms sind stets offen. (Nach Worthington)

Die Form und Einteilung des Gehirns ergibt folgendes. Von oben gesehen, zeigt *das Myxine-Gehirn* als vorderen Abschluß eine schmale, senkrechte, die Riechnerven aus dem Geruchs-Organ aufnehmende Platte, die hauptsächlich aus Glomerulis olfactoriis (Figur 226) zusammengesetzt ist, den Bulbus. Kaudal von ihm folgt ein paariger Tumor, der hinten durch eine kleine, rundliche Masse, das Ganglion habenulae, begrenzt wird und die Elemente des Telencephalon enthält: das Hemisphaerium (Proencephalon) und das Diencephalon, die voneinander nicht scharf getrennt sind. Hinter dem Ganglion habenulae liegen die Mittelhirn-Hälften und hinter diesen folgt eine kleine Vorragung, das Cerebellum, Kleinhirn (nach Retzius und Holmgren), oder der kaudale Abschnitt des Mittelhirns (hinterer Vierhügel nach der Deutung von Holm und Edinger). Ein Opticus findet sich (nach Edinger) nur ausnahmsweise. Er geht in diesem Falle zu einer basalen, seitlich liegenden, kleinen, pigmenthaltigen Platte, dem Augen-Rudiment. Ebenso fehlen bei *den Tieren ohne Opticus* (nach den Beobachtungen dieses Autors) die Oculomotorii und Trochleares. Holmgren ist diesbezüglich zu anderen Ergebnissen gekommen, die später erörtert werden sollen. Die auf diesen Abschnitt folgende Medulla oblongata ist beiderseits außerordentlich stark durch die angelagerten, in langem Zug innerhalb des zentralen Nerven-Systems aus dem Ganglion Gasseri spinalwärts ziehenden Trigeminus-Wurzeln verbreitert. An seinem Vorderende liegt basal ein stark entwickeltes, 2 Züge aus dem Ganglion habenulae aufnehmendes Corpus interpedunculare. Unmittelbar vor ihm finden sich an der Hirnbasis 2 ganz kleine, paarige Ausstülpungen des Hypothalamus (Lobi inferiores), zwischen denen sich der Ventrikel zu einem von sehr dünnen Wänden umgebenen, in der Schädelkapsel eingebetteten Infundibularsack erweitert. Mitten in der Schädelkapsel liegt auch die breite, sehr dünne, vom Processus infundibularis überall durch Bindegewebszüge getrennte Platte der Hypophyse. Die Umhüllung des Gehirns ist an der Basis, der der Canalis nasopharyngeus (Nasengaumengang) anliegt, sehr dünn. Die Oblongata verschmälert sich allmählich zu dem sehr flachen Rückenmark. Im einzelnen zeigen sich (nach den Beobachtungen Edingers) fast bei *jedem Myxine-Gehirn* Variationen dieses Baues.

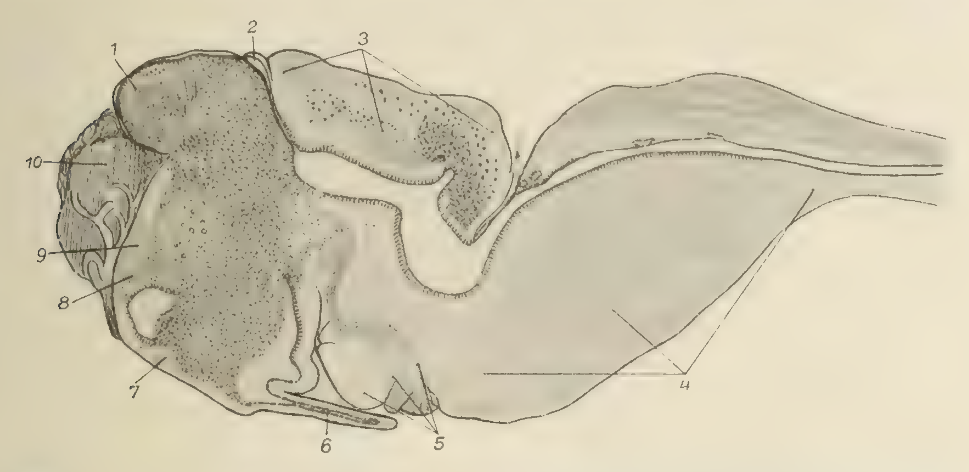


Figur 226. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *4 Glomeruli olfactorii aus dem Bulbus olfactorius.* In den untersten Glomerulus treten 3 feine Olfactoriusfasern ein, die sich in ihm verästeln. (Nach G. Retzius)

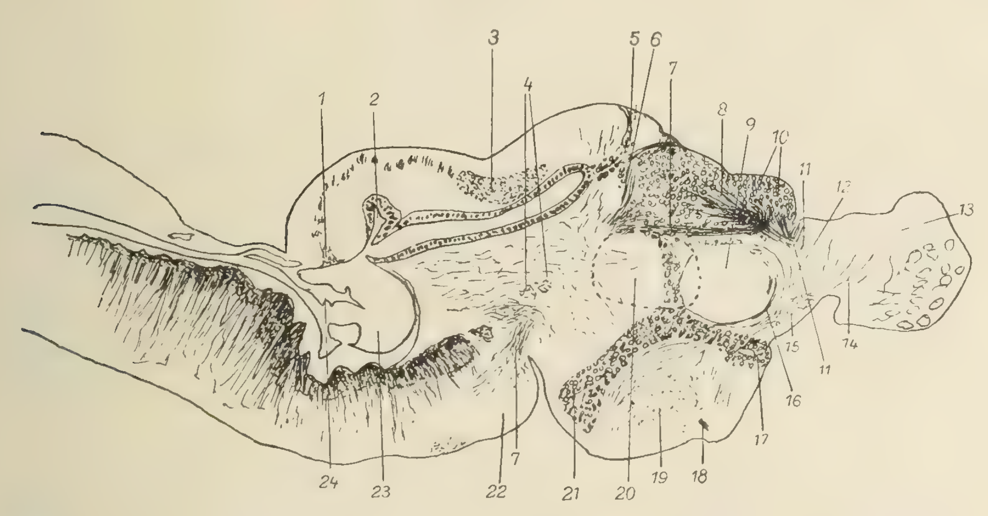
Ventrikel

Bezüglich der Ventrikel ergibt sich (nach den Untersuchungen von Holmgren) folgendes: Schon bei *den jüngsten Tieren* ist das Ventrikel-System röhrenförmig und zusammenhängend und besteht aus einem dorsalen, einem fast größtenteils vertikalen und einem ventralen Teil, von denen der erstere eine direkte Fortsetzung des Zentralkanals darstellt, der sich nach vorn verschmälert und fast

vollständig obliteriert, jedoch bis in das Tectum opticum verfolgt werden kann, wo er sich wieder erweitert, um schließlich in die in ihrer Form variable Fossa rhomboidalis einzumünden. Diese sendet im Gebiet ihrer größten Entwickelung



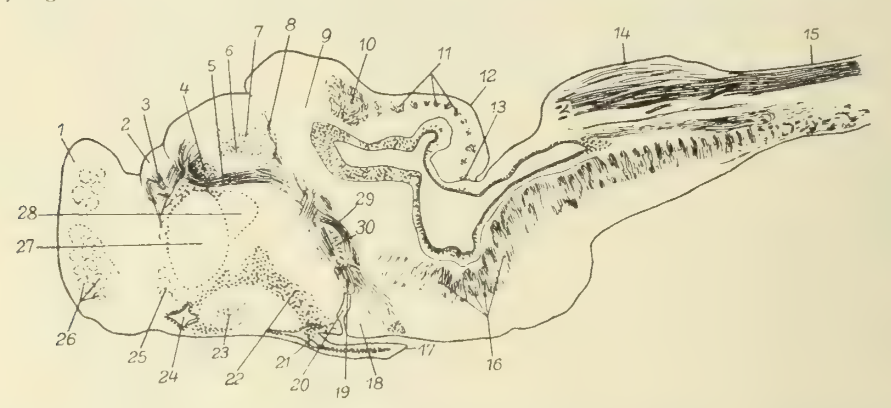
Figur 227. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *genau medialer Sagittalschnitt durch das Gehirn.* (*1*) Ganglion habenulae; (*2*) Epiphyse; (*3*) Mesencephalon; (*4*) Medulla oblongata; (*5*) Corpus interpedunculare; (*6*) Infundibulum; (*7*) Eminentia chiasmatica mit den Fasern der Decussatio supraoptica; (*8*) Commissura anterior; (*9*) Lamina terminalis; (*10*) Bulbus olfactorius. (Nach Edinger)



Figur 228. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Sagittalschnitt durch das Gehirn.* (*1*) Commissura cerebellaris; (*2*) Cerebellarventrikel; (*3*) Decussatio veli; (*4*) Commissura ansulata; (*5*) »Epiphyse« von Edinger; (*6*) Tractus eminentia-peduncularis; (*7*) Tractus habenulo-peduncularis (Meynertsches Bündel); (*8*) Tractus olfacto-tectalis; (*9*) Primordium hippocampi; (*10*) Commissura interbulbaris superior; (*11*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*12*) Tractus olfactorius medialis; (*13*) Bulbus olfactorius; (*14*) Tractus bulbo-hypothalamicus; (*15*) Commissura anterior; (*16*) Fornix; (*17*) Recessus praeopticus; (*18*) Nervus opticus; (*19*) Commissura ventralis (postoptica); (*20*) Thalamus; (*21*) Recessus infundibuli; (*22*) Ganglion interpedunculare; (*23*) Fossa rhomboidalis; (*24*) Thela chorioidea. (Nach Holmgren)

einen Vorsprung gegen die Gehirnbasis. Weiter geht ein Kanal von ihr vorwärts gegen das Habenularganglion fast bis zu dessen hinterem Rand und einer in das Tectum opticum. Von der Spitze dieses Ventrikels geht der vertikale Teil des Ventrikel-Systems als verschieden weites, vom dorsalen Teil entweder recht-

winkelig nach unten abbiegendes oder sich vor seiner Abbiegung noch bis zur Mitte des Unterrandes des Habenularganglions fortsetzendes, in seinem oberen Teil etwas geschlängeltes Rohr ab, das aber nie in die immer kompakte Ganglienmasse der dorsal von ihm liegenden Habenula hineindringt. Dieser vertikale Teil entspricht dem Ventriculus tertius und gabelt sich in seinem unteren Teil zu einem hinteren Abschnitt, dem Infundibularabschnitt, und einem vorderen, dem Recessus praeopticus, die beide obliteriert sein können. Es tritt dann eine bandförmige, epitheliale, vorn und hinten in den stets offenstehenden Praeopticus- und Infundibulum-Ventrikel endende Bildung auf und der obliterierte Teil, in dem die Seitenwände der Ventrikelhöhlung gegeneinander gedrückt sind, bildet eine bogenförmige Brücke, sowie die als Chiasmabalken bezeichnete Gehirn-Abteilung. Der ventrale Ventrikelteil zeigt so wie der vertikale, der sehr oft geschlossen ist, schon bei *den jüngsten Tieren* eine bedeutende Variation.

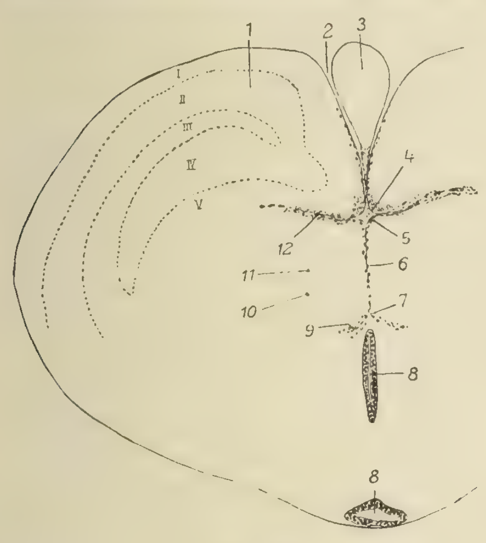


Figur 229. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *etwas schiefer Sagittalschnitt durch das Gehirn, der dessen vordere und hintere Teile leicht lateral von der Mittelebene schneidet.* (*1*) Bulbus olfactorius; (*2*) Hemisphäre; (*3*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*4*) Commissura interbulbaris; (*5*) vorderer Teil des Fasciculus retroflexus; (*6*) Habenula; (*7*) Commissura habenularis + Commissura tecti diencephali; (*8*) hinterer Teil des Fasciculus petroflexus; (*9*) Pars dorsalis thalami; (*10*) Commissura posterior; (*11*) Commissura tecti mesencephali; (*12*) Mesencephalon; (*13*) Commissura posterior tecti; (*14*) Medulla oblongata; (*15*) Rückenmark; (*16*) Commissura ventralis; (*17*) Infundibulum; (*18*) Nucleus interpeduncularis pars rhombencephalica; (*19*) Nucleus interpeduncularis pars mesencephalica; (*20*) Plica encephali; (*21*) Recessus infundibuli; (*22*) Ventriculus hypothalamicus; (*23*) Commissura postoptica; (*24*) Processus praeopticus; (*25*) Commissura anterior; (*26*) Glomeruli olfactorii; (*27*) Primordium hippocampi; (*28*) Eminentia thalami. (Nach Jansen)

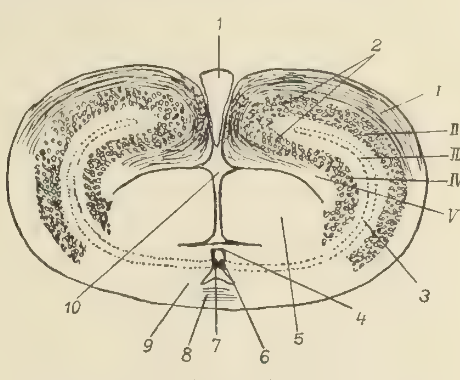
Edinger hat bei *alten Tieren* verödete Ventrikelzonen beschrieben, an deren Stelle Epithelzellen-Reste auftreten. Diese bestehen bei *jungen Tieren* (nach Holmgren) nicht. Auch Seitenventrikel und Reste von solchen existieren (nach Holmgrens Untersuchung) nicht; natürlich auch nicht bei *vollständig erwachsenen* Tieren, bei denen sich (nach Holmgren) folgende Verhältnisse ergeben:

Das Ventrikel-System in Vorder- und Zwischen-Hirn bildet keine zusammenhängende Röhre. Es sind höchstens die Infundibular- und Praeopticus-Partien, sowie zuweilen einige kleinere, ampullenartige Reste des vertikalen Ventrikelteiles offen. Dorsaler und vertikaler Ventrikelraum ist nie offen verbunden. An den obliterierten Stellen befinden sich Epithel-Reste, die die Ventrikelampullen miteinander verbinden; also eine Art verödeter Ventrikel-Zone, die aber niemals eine große Ausdehnung hat, sondern sich auf ein Gebiet beschränkt, das bei *den jüngsten Tieren* von der vertikalen Röhre eingenommen wird. Vor allem sind

keine solchen Epithel-Reste im basalen Teil des Ganglion habenulae vorhanden; Reste von Seitenventrikeln existieren nicht. Das, was Edinger als solche beschrieben hat, sind die aus Figur 230 ersichtlichen Seitentaschen der tiefen, schmalen, medialen Einsenkung, die vom Vorderrand des Gehirns unmittelbar unterhalb der Habenula, mit den seitlichen Grenzfurchen der Habenula zusammenhängend, verläuft. Unterhalb der Ausgangsstelle dieser Seitentaschen setzt sich die mediale Einsenkung, allerdings ohne Lumen und ohne regelmäßige Begrenzungsschichten, nur von länglichen Zellkernen und dorsoventral verlaufenden Blutgefäßen markiert, weiter ventralwärts fort, gabelt sich, bevor sie den Praeopticus-Ast des Ventrikel-Systems erreicht hat, und umfaßt den Thalamuskern auch von der ventralen Seite.



Figur 230.



Figur 231.

Figur 230. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitt durch die Hemisphäre*, um die mediale Einstülpung, welche das »verödete Ventrikelfeld« (nach Edinger) bildet, zu zeigen. (*1*) Nucleus olfactorius; (*2*) Grenzfurche des Habenularganglions; (*3*) Habenularganglion; (*4*) dorsale Umbiegung der Einstülpung; (*5*) ventrale Umbiegung; (*6*) mediale Einstülpung; (*7*) Gabelung der Einstülpung; (*8*) Ventriculus; (*9*) ventrale Seitentasche; (*10*) Primordium hippocampi; (*11*) Thalamuskern; (*12*) dorsale Seitentasche; (*I bis V*) Schichten der Hemisphärenwand. (Nach Holmgren)

Figur 231. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *schematischer Querschnitt zum Vergleich mit Figur 96*. (*1*) Ganglion habenulae; (*2*) Nucleus olfactorius; (*3*) hypothetischer Seitenventrikel; (*4*) Thela (chorioidea); (*5*) Primordium hippocampi; (*6*) rudimentärer Seitenventrikel; (*7*) Ventriculus; (*8*) Chiasmabalken; (*9*) somatische Area; (*10*) falscher Ventrikel. (Nach Holmgren)

Die Hemisphären-Wand (der Cortex olfactorius, Pallium) besteht aus 5 zwiebelschalenartig übereinanderliegenden Schichten, von denen die 1te, 3te und 5te Faser-Schichten, die 2te und 4te Zell-Schichten sind, die aber alle zusammen, wie Figur 231 zeigt, eigentlich nur 3 Schichten darstellen, da die 1te und 5te, sowie die 2te und 4te am oberen medialen Rand des Vorderhirnlappens bei der Berührung mit dem Habenularganglion ineinander umbiegen.

Begrenzung des Vorderhirns

Über die Begrenzung des Vorderhirns sind die Ansichten der verschiedenen Autoren noch durchaus nicht geklärt. Holmgren faßt (so wie von Kupffer) alle im Medianschnitt vor dem 3ten Ventrikel gelegenen Teile als Bestandteile des Vorderhirns auf, unter denen sich auch der Thalamuskern befindet. Dieser letztere ist als ursprünglich oberflächlicher Kern anzusehen und durch eine Inversion des Vorderhirns, die wahrscheinlich vor allem durch die mächtige Entwickelung des Geruchs-Organs hervorgerufen worden ist, in die Tiefe verlagert worden. Als

Beweis für diese Inversion oder vielmehr Hyperinversion sieht Holmgren auch das Verhalten der 5 (eigentlich 3) Schichten im Hemisphaerium an, die durch diese Inversion mit eingebogen worden sind.

Der Thalamuskern wird von ihm dem Primordium hippocampi homologisiert und auch so bezeichnet.

Nach Favaros Darstellung (Bronn) besteht das Proencephalon *der Myxiniden*, das durch den Sulcus mesoproencephalicus und die Fissura rhombo-infundibularis dorsal und ventral vom Mittelhirn getrennt wird, aus einer vorderen und hinteren Abteilung, von denen die vordere den Bulbi olfactorii *der Petromyzoniden*, die hintere dem Diencephalon oder dem Telencephalon im engeren Sinne und den olfaktorischen Lappen der eben genannten Gruppe entspricht. Beide werden durch den flachen Sulcus rhinencephalicus voneinander getrennt.

Tel-encephalon

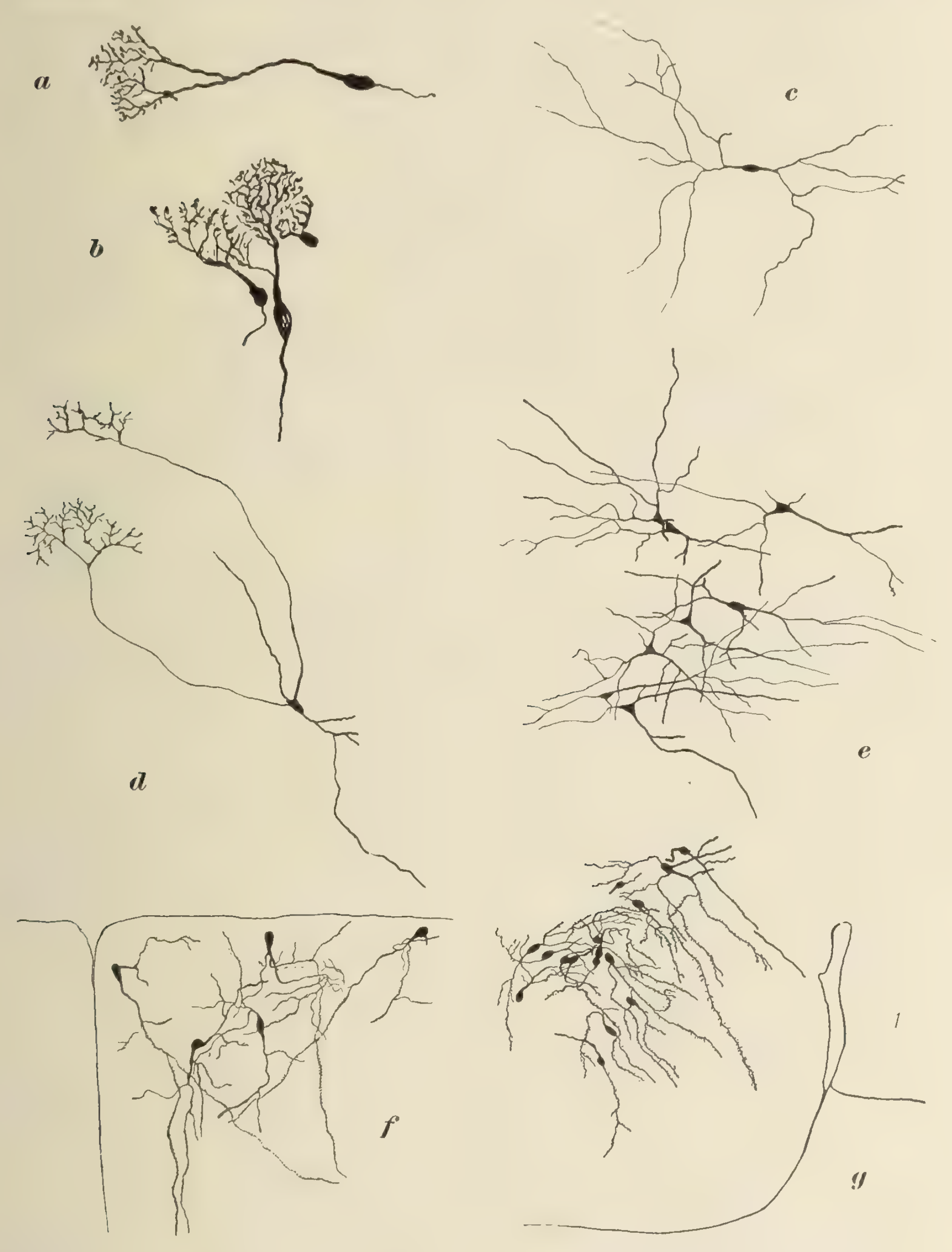
Das Telencephalon (Proencephalon, Edinger). — Der Bulbus olfactorius (Formatio bulbaris nach Edinger, Riechhirn nach Retzius, olfactory lobe nach Holm) besteht so wie der *der Vertebraten* aus 3 Schichten: dem Stratum der Fila olfactoria, dem Stratum glomerulosum und dem Stratum griseum, welch letzteres dem Stratum moleculare und der Schicht der Mitral-Zellen bei *den höheren Tieren* entspricht. Hinter den Glomeruli liegen 2 Sorten von Mitral-Zellen.

Die Glomeruli liegen bei *beiden Myxiniden-Gattungen* in 4 Gruppen beisammen: einer dorsomedialen, einer dorsolateralen, einer ventrolateralen und einer medialen, von denen die 1te und 3te sich am weitesten nach hinten erstrecken. Die hintersten Glomeruli der am weitesten nach hinten, zugleich gegen die Medianlinie zu gehenden 3ten Gruppe liegen, dem Recessus praeopticus (Trigonum cinereum nach Retzius) sehr nahe, in der Ebene seines Vorderrandes. Die Glomeruli-Region nimmt nicht die ganze Oberfläche des Bulbus olfactorius ein, sondern dieser weist einen glomerulusfreien kaudalen Ring auf. In den Glomeruli lösen sich die Riechnervenfasern auf (Figur 226).

Die Mitral-Zellen lassen sich wieder in solche scheiden, die unter den Glomeruli verteilt (bald zwischen, bald hinter ihnen) liegen und als interglomerulare Mitral-Zellen zu bezeichnen sind, und in andere, die, mehr kaudalwärts liegend, die postglomerularen Mitral-Zellen darstellen; beide von ungefähr demselben Bau, der nur durch die Lage Verschiedenheiten erfährt. Zwischen den postglomerularen Mitral-Zellen finden sich kleinere Zellen: die dem Bulbus olfactorius angehörenden Stern-Zellen (spindelförmige Zellen des Lobus olfactorius, Edinger). Die erstgenannten Mitral-Zellen haben für gewöhnlich nur 1 Dendriten. Nur die unmittelbar an den Glomeruli liegenden, die auch kleiner sind, besitzen mehrere. Jeder Glomerulus wird von einem unregelmäßigen Rund von Mitral-Zellen umgeben, die ihre sehr dichten Dendritenverzweigungen in ihn hineinsenden. Der sehr grobe Neurit der Mitral-Zellen geht immer nach hinten.

Die postglomerularen Mitral-Zellen sind meist bipolar und haben längere, gewöhnlich bis zu den Endverzweigungen unverästelte Dendriten. Die in ihrer Größe außerordentlich stark verschiedenen Stern-Zellen kommen im ganzen Gebiet des Bulbus vor. Sie sind meist bipolar, zuweilen tri-, selten multi-polar. Ihre Fortsätze verzweigen sich dichotomisch. Die zentralsten Stern-Zellen gleichen in ihrer Gestalt den vorderen Zellen der vorderen Hirnloben, was (nach Holmgren) als Beweis ihrer Umbildung aus solchen und damit der ganzen Formatio bulbaris als einer Differenzierung des Vorderhirns anzusehen ist.

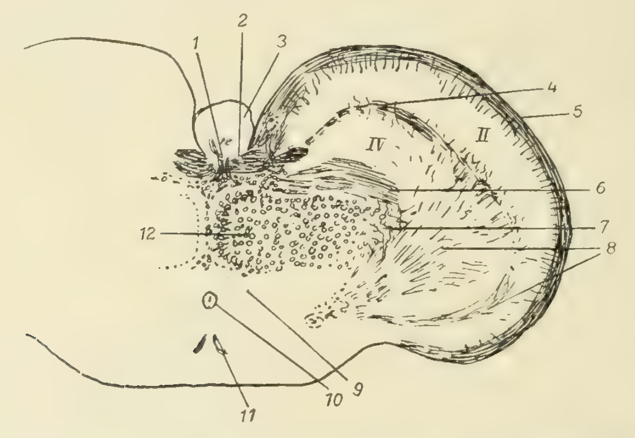
Zwischen dem Bulbus olfactorius und kaudaleren Zentren besteht eine Anzahl von Verbindungen. Holmgren (der übrigens die Untersuchungsergebnisse der früheren Forscher gleichfalls ausführlich wiedergibt) beschreibt folgende Verbindungen:



Figur 232. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Zellen aus verschiedenen Gebieten des Gehirns.* ***a*** tangential gelegene interglomeruläre Mitral-Zelle; ***b*** interglomeruläre Mitral-Zellen mit nach vorn gerichteten Dendriten; ***c*** größere bipolare Stern-Zelle aus dem Bulbus olfactorius; ***d*** Zwischenstufe zwischen Mitral-Zelle und Stern-Zelle; ***e*** Partie aus der Schicht 4 des »Cortex olfactorius« (Querschnitt); ***f*** Zellen aus einem Querschnitt durch das Primordium hippocampi; ***g*** Zellen aus dem Ganglion interpedunculare (*1* = Hypothalamus). (Nach Holmgren)

(1) Den Tractus olfactorius lateralis (vorderer Teil von Edingers Tractus olfacto-habenularis, Holms Tractus bulbo-epistriaticus und Ramus connectens lobi olfactorii), der wieder in die folgenden 3 bedeutenden Faserkomplexe unterscheidbar ist:

(a) Den Tractus olfactorius lateralis superficialis, der die Neuriten der lateralen Bulbuselemente zu einem nach hinten-oben und medialwärts gerichteten Bündel sammelt, das »Elemente von allen 3 Komponenten der Riechstrahlung« enthält. Die Fasern des superfizialen Bündels



Figur 233. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Gehirn-Querschnitt im Gebiete des Tractus olfactorius lateralis* (der lateralen Riechstrahlung). (*1*) Tractus habenulo-peduncularis (Meynertsches Bündel); (*2*) Commissura interbulbaris superior; (*3*) Ganglion habenulae; (*4*) Tractus olfacto-habenularis (= taeniae); (*5*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*6*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*7*) Tractus hippocampo-thalamicus; (*8*) Tractus strio-thalamicus; (*9*) »Striatum«; (*10*) Ventriculus; (*11*) Nervus opticus. (Nach Holmgren)

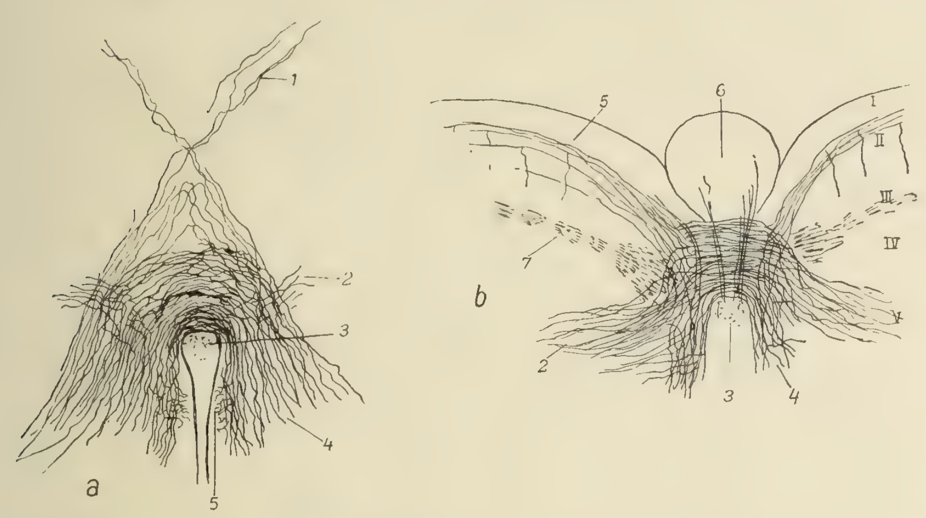
biegen in der Höhe des Vorderrandes der Habenularganglien gerade nach oben um, legen sich über die äußere Hemisphärenwand und stellen eine die obere Schicht des sogenannten Cortex olfactorius bildende Lage parallel zueinander transversal verlaufender Fasern dar, die bis in die ventrolateralen Partien des Cortex und in die Basalarea verfolgt werden können und unterwegs nach innen gerichtete, kurze, sich in der Schicht 2 des Cortex (der äußeren Ganglienzellen-Schicht der Hemisphäre, die also als der Endkern eines Teils der sekundären Riechneuronen betrachtet werden muß) auflösende Kollateralen abgeben.

(b) Den Tractus olfactorius lateralis profundus. Er zweigt als ein Teil der lateralen Riechstrahlung wie (a) kurz vor den Habenularganglien vom Haupttraktus ab, seine Fasern biegen jedoch nach unten und seitwärts zu einer ziemlich parallelfaserigen, das Primordium hippocampi oben und an der lateralen Seite umgebenden Schicht um (Schicht 5).

Fasern der 5ten Schicht dringen höchstwahrscheinlich von der Seite her in das Primordium hippocampi ein (Tractus bulbo-hippocampalis). Desgleichen ziehen Fasern dieses Traktus ventral in die Basalarea hinein und endigen dort.

(c) Die Commissura interbulbaris superior. Vom Gesamtriechtraktus geht im Gebiet vor den Habenularganglien ein kräftiges Bündel ab, das zum

anderen Bulbus olfactorius geht, also eine Kommissur in den Ganglia habenulae bildet (Ramus connectens lobi olfactorii nach Holm). Die Fasern dieser Kommissur zweigen oft kollateral nach den beiden übrigen Riechbündelkomponenten ab oder sind selber Kollateralen von solchen. Es sind dies zum Teil gekreuzte Bahnen des Tractus olfactorius lateralis superficialis und profundus, die hinter der Interbulbarkommissur liegen und von denen eine große Menge von Fasern in die Habenularganglien eindringt.



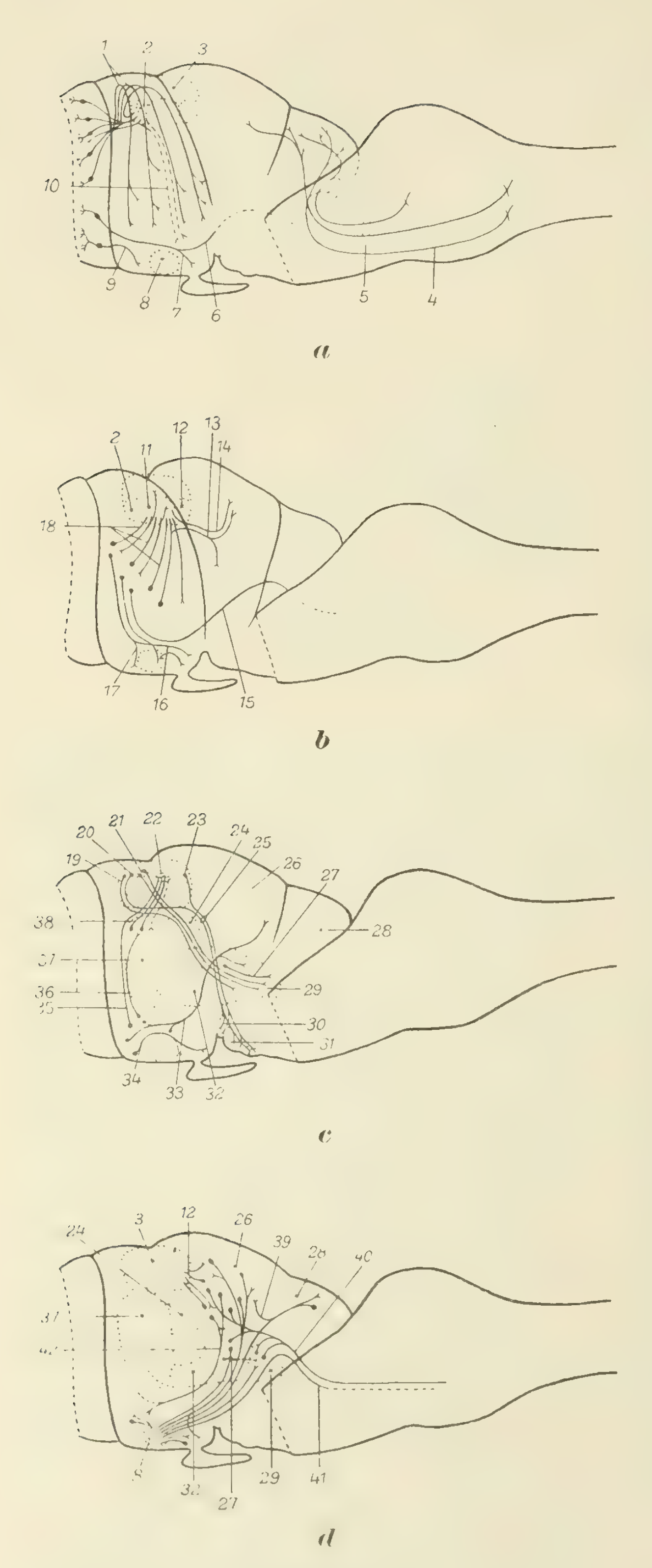
Figur 234. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schnitte durch die Commissura interbulbaris superior.* **a** Horizontal-, **b** Quer-Schnitt. (*1*) Tractus olfacto-tectalis; (*2*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*3*) Tractus habenulo-peduncularis (Meynertsches Bündel); (*4*) Tractus olfactorius lateralis; (*5*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*6*) Ganglion habenulae; (*7*) Tractus olfacto-habenularis (»taeniae«); (*I bis V*) Schichten der Hemisphärenwand. (Nach Holmgren)

(2) Tractus olfactorius medialis. Am unteren medialen Umfang des Bulbus steigt unmittelbar vor und in der Höhe der Commissura anterior ein Bündel von Mitralzellen-Neuriten längs der Medianwand des Bulbus empor und vertieft sich dorsal in die oberflächliche Hemisphärenschicht. Es ist das direkte, mediale Riechbündel. Das gekreuzte mediale Riechbündel entsendet Fasern des medialen Traktus teils in die Commissura anterior, teils in die gegenüberliegende Habenula, von wo sie weiter dorsalwärts nach dem Cortex olfactorius ziehen.

(3) Commissura interbulbaris inferior (Commissura anterior). Aus sternförmigen Zellen des unteren medialen und vorderen Bulbusteils entstammende Neuriten und Dendriten treten in diese Kommissur, die eine ventrale Interbulbarkommissur bildet und auch Zellen vom Stern- oder Spindelzellen-Typus enthält.

(4) Tractus bulbo-hypothalamicus. Zahlreiche Fasern des Bulbus sammeln sich in dessen medialem Teil zu einem ventrolateral vom Primordium hippocampi, lateral vom Recessus praeopticus, dorsal von den postoptischen Kommissuren nach dem Hypothalamus ziehenden Bündel.

(5) Tractus olfacto-tectalis. Zu kleinen Bündeln vereinigt ziehen die mit der medianen Riechstrahlung mitfolgenden Fasern gerade nach hinten, um in das Mesencephalon einzudringen und sich dort zum Tectum opticum zu begeben.

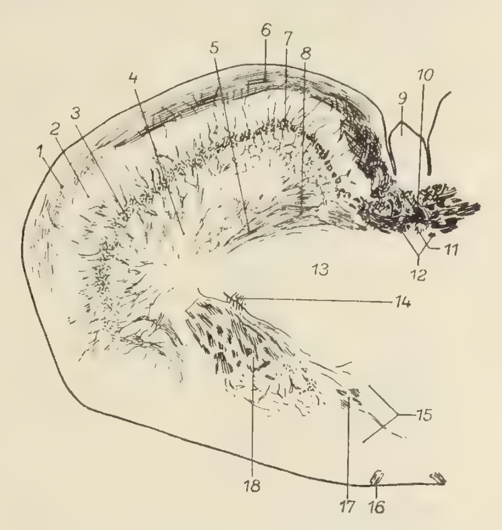


Figur 235.

Figur 235. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Gehirn-Diagramme zur Darstellung der verschiedenen Züge und Verbindungen.* ***a*** *sekundäre olfaktorische Verbindungen und die aufsteigenden Hauptzüge der Medulla oblongata;* ***b*** *ableitende Verbindungen der Hemisphäre (tertiäre olfaktorische Verbindungen);* ***c*** *ableitende Verbindungen der Habenula und der Area basalis telencephali;* ***d*** *wichtigste Verbindungen des Thalamus selbst und der Zusammenstellung des postoptischen Kommissurkomplexes.* (*1*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*2*) Commissura interbulbaris; (*3*) Habenula; (*4*) Tractus bulbo-tectalis; (*5*) Lemniscus bulbaris; (*6*) Tractus bulbo-tegmentalis; (*7*) Tractus bulbo-hypothalamicus; (*8*) Commissura postoptica; (*9*) Tractus bulbo-praeopticus; (*10*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*11*) Commissura habenularis; (*12*) Commissura tecti-diencephali; (*13*) Tractus olfacto-thalamicus; (*14*) Tractus olfacto-thalamicus rectus; (*15*) Tractus olfacto-tegmentalis; (*16*) Tractus olfacto-hypothalamicus; (*17*) Tractus olfacto-praeopticus; (*18*) Tractus olfacto-habenularis; (*19*) Tractus habenulo-thalamicus; (*20*) vorderer Teil des Fasciculus retroflexus; (*21*) Tractus habenulo-tubercularis; (*22*) Commissura hippocampis; (*23*) hinterer Teil des Fasciculus retroflexus; (*24*) Eminentia thalami; (*25*) Fasciculus retroflexus; (*26*) Pars dorsalis thalami; (*27*) Tractus thalamo-tubercularis; (*28*) Mesencephalon; (*29*) Nucleus tuberculi posterioris; (*30*) Nucleus interpeduncularis pars mesencephalica; (*31*) Nucleus interpeduncularis pars rhombencephalica; (*32*) Pars ventralis thalami; (*33*) Tractus strio-thalamicus; (*34*) Tractus praeoptico-hypothalamicus; (*35*) Tractus olfacto-habenularis medialis; (*36*) Tractus olfacto-corticalis; (*37*) Primordium hippocampi; (*38*) Tractus cortico-habenularis; (*39*) Tractus tecto-thalamicus; (*40*) Tractus thalamo-bulbaris; (*41*) Tractus thalamo-bulbaris cruciatus; (*42*) Tractus thalamo-frontalis. (Nach Jansen)

Der Bulbus olfactorius grenzt sich gegen den nächsten Gehirnteil, die Hemisphären, durch den Sulcus rhinencephalicus dorsalis ab. Er ist auch innerlich recht deutlich von ihnen getrennt, so daß es leicht möglich ist, die Bulbusformation jederseits als Kegel mit stumpfer Spitze, insbesondere in den deutlicheren dorsalen Teilen gegen hinten hin abzugrenzen. Im unteren Teil ist die Grenze ziemlich undeutlich und die Bulbus-Formation fließt dort in die basalen Hirnteile ohne scharfe Grenze über. Die Verschwommenheit dieses Überganges wird durch die nahezu völlige Gleichheit und gleichmäßige Lagerung der sternförmigen Zellen, die sich in diesem Gebiet im Raum beider Hirnteile befinden, verursacht. Daraus ist wohl der Schluß angängig, daß die Bulbusformation bloß ein spezialisierter Teil der Hemisphären-Partie ist. Die hintere Partie des Bulbus olfactorius wird, von Edinger, als Striatum bezeichnet.

Hemisphären

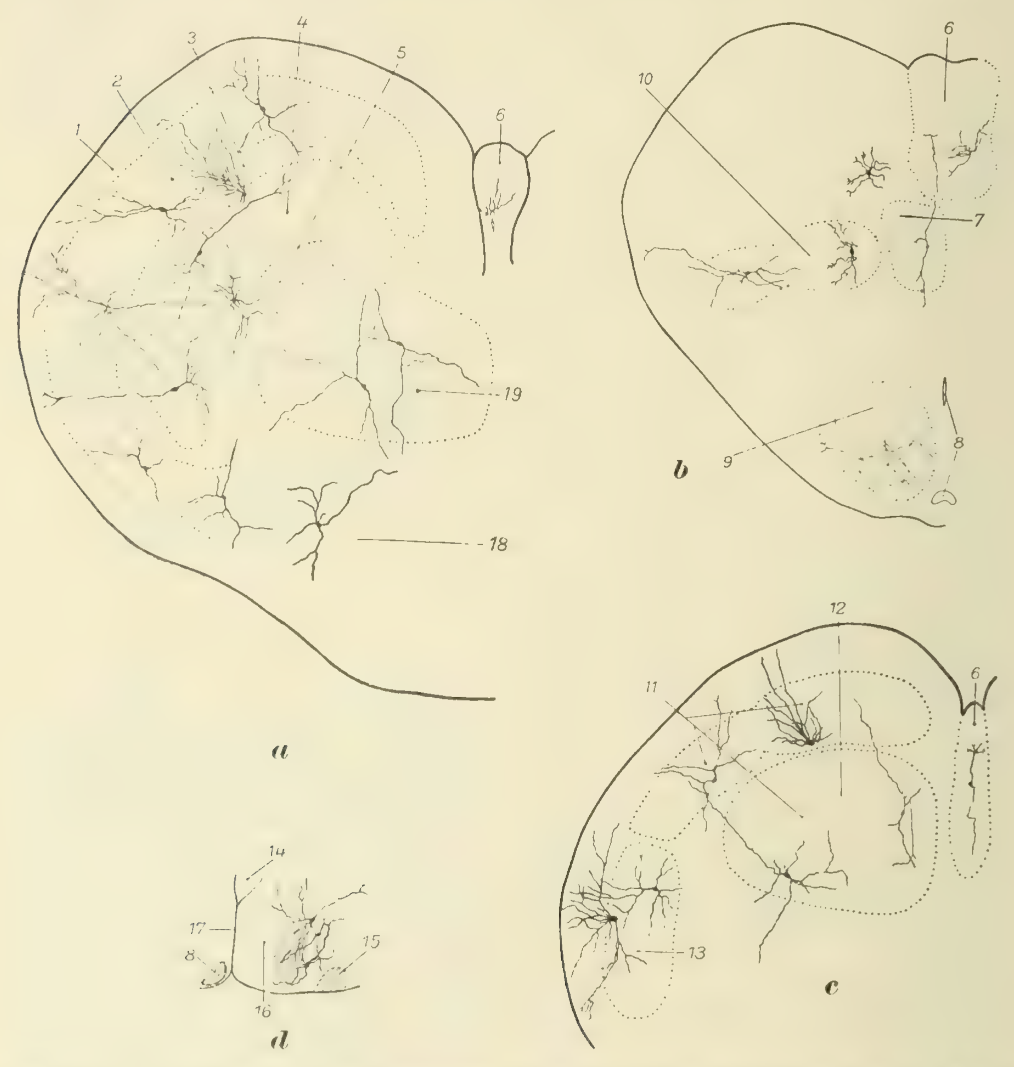


Figur 236. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitt durch die Hemisphäre, dorsal die Interbulbarkommissur und das Vorderende der Habenula, ventral den eintretenden Sehnerv schneidend.* (*1 bis 5*) 1te bis 5te Schicht der Hemisphäre; (*6*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*7*) Tractus olfacto-habenularis; (*8*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*9*) Habenula; (*10*) Commissura interbulbaris; (*11*) vorderer Teil des Fasciculus retroflexus; (*12*) Tractus habenulo-thalamicus; (*13*) Primordium hippocampi; (*14*) Tractus hippocampo-thalamicus; (*15*) Area basalis telencephali; (*16*) Nervus opticus; (*17*) Tractus praeoptico-hypothalamicus et tegmentalis; (*18*) Fasciculus basalis telencephali. (Nach Jansen)

Die Hemisphären-Wand läßt sich (nach Edinger) in 4 Schichten teilen: (1) eine fast keine Nervenfasern enthaltende feinkörnige Schicht (Molekularschicht, Schicht 1 nach Holmgren), (2) eine mächtige Platte von im wesentlichen pyramidalen bipolaren Zellen: der Cortex olfactorius (Schicht 2 nach Holmgren), (3) unter ihr liegt eine große Anzahl von feinen, aus der Commissura anterior stammenden, die Schicht 3 nach Holmgren bildenden Fasern, und (4) größere, unregelmäßig gelagerte Zellen im Zentrum des Vorderhirns, die in ihrer Hauptmasse als Nucleus corporis striati (Schicht 4 nach Holmgren) zu bezeichnen sind. Aus diesen Zellen und einer mehr lateral gelegenen Zell-Gruppe stammt ein Faserzug zum Hypothalamus, dessen Dorsalfasern sich im Thalamus selbst verlieren. Von den Hemisphären wird der Thalamuskern (Nucleus rotundus Holm, Primordium hippocampi Johnston) umschlossen.

Worthington, deren Ausführungen sich auch Holmgren bezüglich *Myxine* Linnaeus anschließt, unterscheidet dagegen in den Hemisphären von *Bdellostoma* Johannes Müller eine 5-schichtige Schale und einen kleinen, dem Primordium hippocampi entsprechenden inneren Kern. Die Schalen bestehen von außen nach innen aus: (1) einer äußeren Schicht von Gliafasern und Dendriten mit wenigen Zellen, (2) einer Schicht von dichtstehenden, radiär angeordneten Zellen, (3) einer so wie (1) gebauten Schicht, (4) einer 2ten Zellschicht und (5) einer Faserschicht. Die hauptsächlich aus Ganglien-Zellen bestehenden Schichten 2 und 4 gehen lateral von den Habenularganglien direkt ineinander über. Dort ist der Zusammen-

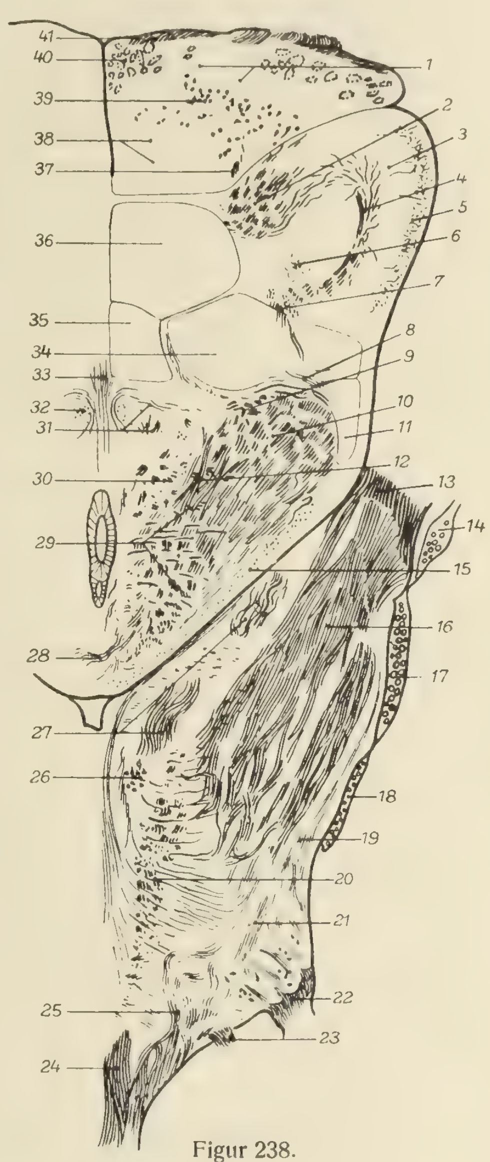
hang der Zell-Lagen stellenweise durch durchtretende Faserbündel gelockert, die mit ihrem übrigen Teil zwischen den beiden Schichten an den Umbiegungsstellen in medianer Richtung verlaufen.



Figur 237. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitte durch das Gehirn.* ***a*** *durch die Hemisphäre in einer Ebene, die dorsal die Interbulbar-Kommissur und das Vorderende der Habenula, ventral den eintretenden Sehnerven schneidet,* ***b*** *durch das Diencephalon;* ***c*** *durch den* Thalamus, ***d*** *Sagittalschnitt durch den Rhombencephalon-Teil des Nucleus interpeduncularis.* Die Figuren zeigen die Zelltypen der einzelnen Regionen. (*1 bis 5*) 1te bis 5te Schicht der Hemisphäre; (*6*) Habenula; (*7*) Eminentia thalami; (*8*) Ventriculus hypothalamicus; (*9*) Nucleus hypothalamicus; (*10*) Pars ventralis thalami; (*11*) Pars dorsalis thalami; (*12*) Nucleus profundus der pars dorsalis thalami; (*13*) Nucleus tuberculi posterioris; (*14*) Nucleus interpeduncularis pars mesencephalica; (*15*) Fasciculus retroflexus; (*16*) Nucleus interpeduncularis pars rhombencephalica; (*17*) Plica encephali; (*18*) Area basalis telencephali; (*19*) Primordium hippocampi. (Nach Jansen)

An der Durchgangsstelle der Commissura pallii anterior durch die Medianlinie löst sich jederseits eine medialwärts bis in die Kommissur hineinreichende und die dort liegenden Zellen liefernde Zellpartie ab. Beide Schichten (2 und 4) gehen basal in die Basalarea des Hirns über. Die Basalarea hängt außerdem

basal mit den hinteren ventrolateralen Partien des Primordium hippocampi zusammen. Die übrigen Faserschichten (1, 3, 5), insbesondere die 3te, enthalten gleichfalls Zellen.



Figur 238.

Figur 238. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Horizontalschnitt durch das Gehirn.* (*1*) Stratum moleculare; (*2*) Tractus olfacto-hypothalamicus und Tractus olfacto-tegmentalis; (*3*) Hemisphäre; (*4*) Tractus olfacto-habenularis; (*5*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*6*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*7*) Tractus strio-thalamicus; (*8*) Tractus thalamo-tubercularis; (*9*) Tractus thalamo-bulbaris; (*10*) Commissura postoptica; (*11*) Nucleus tuberculi posterioris; (*12*) Tractus tecto-bulbaris; (*13*) Nervus trigeminus (*V*); (*14*) Ganglion nervi lateralis anterioris; (*15*) Tractus bulbo-tectalis; (*16*) sensorische Wurzel des Trigeminus; (*17*) Ganglion utriculare nervi acustici; (*18*) Ganglion sacculare nervi acustici; (*19*) Fasciculus communis; (*20*) Fibrae arcuatae internae; (*21*) Lobus vagi; (*22*) Nervus vagus; (*23*) 1 ter Spinalnerv; (*24*) Fasciculus dorsalis medullae spinalis; (*25*) aufsteigende Fasern des 1ten und 2ten Spinalnerven; (*26*) Nucleus acustico-lateralis magnocellularis; (*27*) Fasciculus acustico-lateralis; (*28*) Commissura tecti mesencephali; (*29*) Lemniscus bulbaris; (*30*) Commissura posterior; (*31*) Tractus thalamo-tegmentalis; (*32*) Fasciculus retroflexus; (*33*) Tractus hypothalamo-tegmentalis; (*34*) Pars ventralis thalami; (*35*) Eminentia thalami; (*36*) Primordium hippocampi; (*37*) Tractus bulbo-hypothalamicus; (*38*) Nucleus olfactorius anterior; (*39*) Stratum magnocellulare; (*40*) Stratum glomerulare; (*41*) Stratum nervosum. (Nach Jansen)

Die Schicht 1 besteht aus einer mächtigen Platte von im wesentlichen pyramidalen, bipolaren Zellen, deren größere in die molekulare Schicht einen schwach verzweigten, spitzen Fortsatz hineinsenden, deren kleinere nach allen Richtungen des Raumes orientiert sind. Die Zellen dieser Schicht, die vielleicht als Übergangszustände von gewöhnlichen sternförmigen Zellen zu Pyramiden-Zellen angesehen werden können, sind von verschiedener Größe, meist bipolar oder tripolar, gewöhnlich mit wenig divergierenden, gegen die Gehirnoberfläche gerichteten Dendriten, sowie anderen, nach innen gerichteten, in die Schicht 3 eindringenden, die schmäler und reicher verzweigt sind als die ersten. Im vordersten

Teil der Hemisphären, gegen den Bulbus olfactorius zu, finden sich die gleichen Stern-Zellen, wie die im hinteren Teil des Bulbus.

Die an der Ausgangsstelle der Schichten 2 und 4 gelegene Zellschicht besteht aus spindelförmigen Dendriten, die von der einen Hemisphäre in die andere eintreten (siehe oben). Die Neuriten der 2ten Schicht zeigen auch lange, mit der Gehirn-Oberfläche parallel laufende Neuriten des Tractus olfactorius lateralis pars superficialis, sowie Striothalamicus-Fasern.

In der 4ten Schicht sind die Zellen nicht so regelmäßig wie in der 2ten Schicht gelegen. Ihre gröberen Dendriten-Stämme sind nach innen gerichtet, die feineren, stärker verästelten Dendriten gehen nach der Gehirn-Oberfläche. Wir haben also tatsächlich in jeder Beziehung das umgekehrte Verhalten gegenüber der Schicht 2: auch ein Beweis für die Hyper-Inversion des *Myxiniden-Gehirns* (nach Holmgren).

Bei Berücksichtigung dieser Hyper-Inversion ergibt sich keine grundsätzliche Verschiedenheit zwischen dem Bau *der Myxiniden-Hemisphären* mit denen *der Petromyzoniden.*

An Verbindungen der Hemisphären mit anderen Hirnteilen bestehen folgende:

(1) Der Tractus olfacto-habenularis, der aus großen, dorsal und medial zu einem kräftigen Bündel vereinigten Fasermassen besteht, die der Schicht 3 zusammen mit Fasern des Tractus strio-thalamicus entstammen und der medial und dorsal durch die Habenula als wahre Commissura superior nach der Gegenseite zieht. Die Zellen dieses Traktus entstammen aus der Schicht 2 und 4. Er ist eine Riechbahn 3ter Ordnung, so wie bei *den Vertebraten.* Seine vordersten Fasern verlaufen mit dem Tractus olfactorius lateralis zusammen und bilden dadurch eine Verbindung seines Vorderteils mit der Commissura pallii anterior.

(2) Der Tractus strio-thalamicus, der aus 5 Teilen mit nach verschiedenen Richtungen hin verlaufenden Fasern besteht:

(a) Tractus cortico-thalamicus: dorsale Fasern des Bündels ziehen zum Thalamus; ob sie dort enden, ist nicht sicher.

(b) Tractus cortico-infundibularis rectus, dessen Fasern, in kleine Bündel verteilt, bis in die Seitenteile des Hypothalamus zu verfolgen sind.

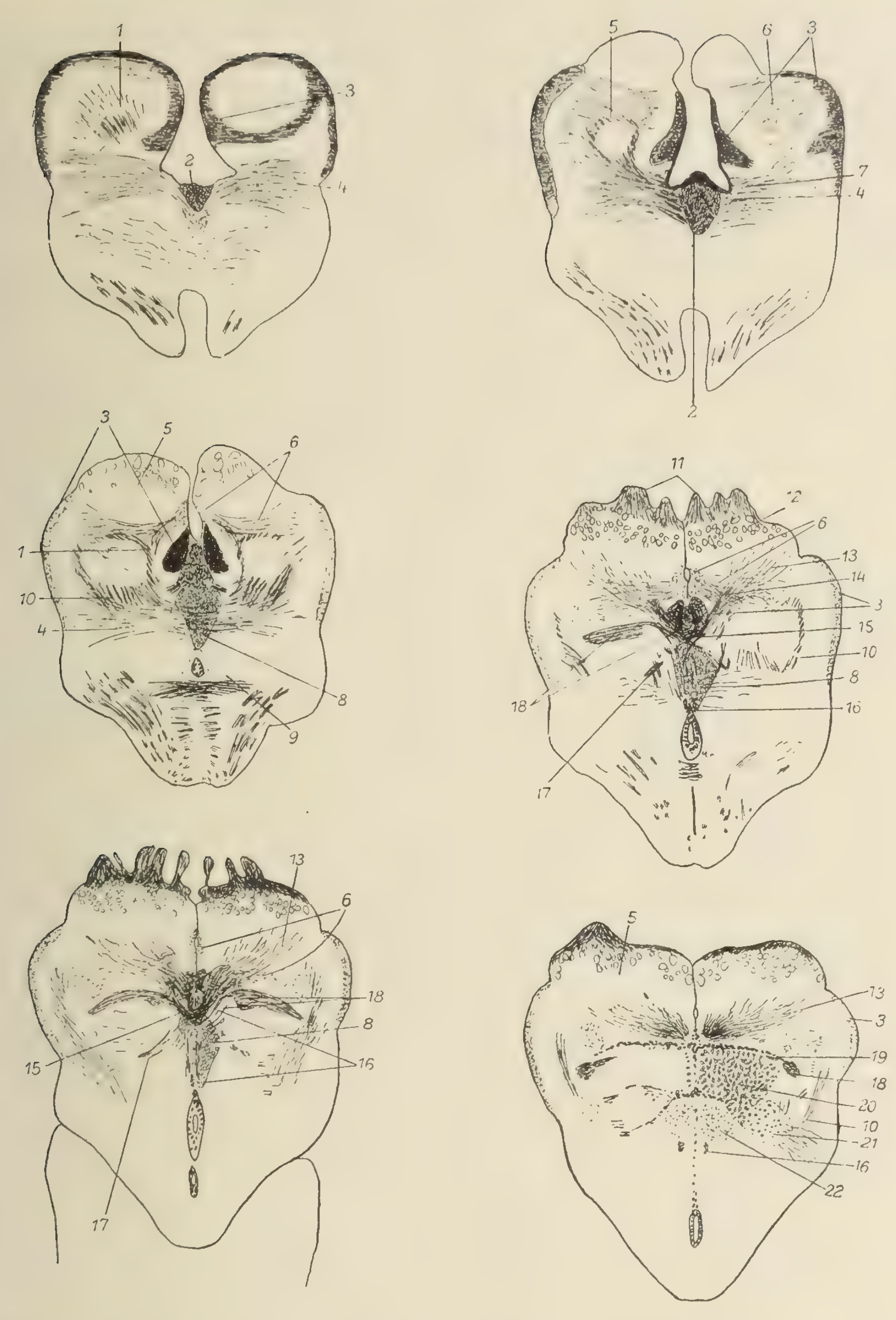
(c) Tractus cortico-infundibularis cruciatus; er verläuft mit dem vorigen zusammen, kreuzt aber in der postoptischen Kommissur nach der Gegenseite. Einige seiner Fasern ziehen nach dem Hypothalamus, das Ende der anderen gekreuzten Fasern ist noch nicht bekannt.

(d) Tractus cortico-spinalis, dessen Fasern von denen der beiden früheren Trakten weiter nach hinten, nach dem Vorderteil der Oblongata, ziehen.

(e) Tractus cortico-cerebellaris; große Faserbündel des Dorsalteils biegen im Thalamus aufwärts um und ziehen zum Cerebellum (hintere Partie des Tectum opticum der Autoren).

(3) Fibrae cortico-hippocampales, die in lateromedialer Richtung als olfaktorische Bahn 3ter Ordnung von der Hemisphärenwand in das Primordium hippocampi eindringen.

Mit Ausnahme des Tractus cortico-cerebellaris, der bei *Petromyzon* Linnaeus fehlt, sind bei *Myxine* Linnaeus grundsätzlich dieselben Verbindungen der Rinde mit kaudaleren Zellen vorhanden wie bei *den Petromyzoniden.*



Figur 239. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Horizontalschnitte durch das Gehirn.* (*1*) Tractus olfacto-habenularis (= »taeniae«); (*2*) Ganglion habenulae; (*3*) Tractus olfactorius lateralis superficialis; (*4*) Commissura posterior; (*5*) Bulbus olfactorius; (*6*) Tractus olfactorius medialis; (*7*) Commissura habenularis; (*8*) Ganglion subhabenulare; (*9*) Decussatio veli; (*10*) Tractus strio-thalamicus; (*11*) Lobi olfactorii; (*12*) Glomeruli olfactorii; (*13*) Tractus olfactorius lateralis; (*14*) gekreuzter Tractus olfactorius medialis; (*15*) Commissura interbulbaris superior; (*16*) Tractus habenulo-peduncularis (Meynertsches Bündel); (*17*) Tractus habenulo-tectalis + olfacto-tectalis; (*18*) Tractus olfactorius lateralis profundus; (*19*) Commissura hippocampi; (*20*) Primordium hippocampi; (*21*) Nucleus lateralis thalami; (*22*) Nucleus centralis thalami. (Nach Holmgren)

Primordium hippocampi

Das **Primordium hippocampi** (Nucleus rotundus Holm, Thalamuskern Edinger, inner core Worthington) ist sehr einfach gebaut. Seine zerstreut liegenden Zellen sind größer als die des übrigen Vorderhirns; nur die an der morphischen Oberfläche des Ganglions liegenden, birnförmig erscheinenden Zellen sind zu einer regelmäßigen Oberflächenschicht angeordnet. Die Zellen des Primordium hippocampi sind uni- bis tripolar. Die unipolaren liegen an der Oberfläche in einer Schicht, in der auch bipolare eingestreut sind, haben birnförmige Gestalt, einen sich bald verzweigenden Dendriten-Stamm, der aus der verschmälerten Partie der Zelle entspringt, manchmal das ganze Primordium durchsetzt, zuweilen sogar über dessen Grenzen in die Hemisphären eindringt und sehr feine, kurze, knopfförmig endende Seitenfortsätze aussendet. Der Neurit entspringt an der Basis des Dendriten. Die bipolaren Zellen finden sich hauptsächlich im Inneren des Primordium hippocampi. Sie haben spindelförmigen Zell-Leib, von dessen Enden ein kürzerer und ein längerer, sich bald verästelnder Dendrit entspringt. Bei den bipolaren Zellen der oberflächlichen Schicht ist der zentralgerichtete Dendrit der bedeutend längere.

Die recht zahlreichen, sternförmigen, multipolaren Zellen haben strahlenförmig angeordnete Dendriten, die den ganzen Mediananteil des Ganglions durchsetzen, sich im allgemeinen innerhalb der Grenzen des Kerns halten und diese Grenze nur dort, wo er in die Hemisphärenwand übergeht, überschreiten und so die beiden Zentren in innigen Zusammenhang bringen. Auch Neuriten dürften nach der Hemisphäre hinüberziehen. Derartige Verbindungen durch Dendriten und auch Neuriten können festgestellt werden: zu dem entgegengesetzten Primordium hippocampi, in die somatische Area, in das subhabenulare Zellengebiet und so weiter.

Außerhalb der unipolaren Zellenschicht bildet ein dünner, molekularer Saum die Oberfläche des Primordium hippocampi, in dem kleinere bipolare Zellen mit parallel zur Oberfläche verlaufenden Dendriten zerstreut liegen.

Auch das Primordium hippocampi *der Myxiniden* zeigt sehr große Ähnlichkeiten in seinem Bau mit *dem der Petromyzoniden.*

An Verbindungen des Primordium sind (nach Holmgren) folgende zu nennen: (1) der fragliche Tractus hippocampo-thalamicus, (2) der gleichfalls ungenau bekannte Fornix, eine Bahn aus einigen feinen Faserbündeln am Vorderrande des Primordium hippocampi unweit der Mediallinie, (3) die Commissura hippocampi, sie gehört dem Komplex der Commissura superior an und wird (von Holmgren) »vorschlagsweise« als Commissura hippocampi bezeichnet, (4) der als aufsteigender Bündelkomplex aus dem Hypothalamus stammende Tractus pallii, (5) der Kollateralen in das Primordium hippocampi entsendende Tractus olfactorius lateralis profundus — der Bulbus olfactorius hat durch ihn eine direkte Verbindung mit dem Primordium, dagegen ist eine gekreuzte Verbindung, wenn auch wahrscheinlich, doch nicht sicher nachgewiesen — und (6) die bereits erwähnten Fibrae cortico-hippocampales. Von diesen Zügen sind, mit Ausnahme des 5ten, alle übrigen in ihren Einzelheiten noch nicht vollständig einwandfrei sichergestellt. Auch in diesen seinen Verbindungen stimmt das Primordium hippocampi mit dem *der Petromyzoniden* (wie es von Johnston aufgefaßt wird) überein.

Nach Holmgren besteht im basalen Vorderhirn bei *Myxine* Linnaeus sowie auch bei *den Petromyzoniden* kein Striatum.

Der basale Hirnteil, die Basalarea (Holmgren), vertritt im lateralen und vorderen medialen Teil olfaktorische Zentren, im hinteren medialen Teil gehört sie der somatischen Area an.

Die hintere mediale Partie, die Züge nach der Habenula und nach einer Projektionsbahn entsendet, kann als Nucleus taeniae oder als somatische Area aufgefaßt werden.

Die Basalarea des Vorderhirns entspricht dem von Johnston bei *Petromyzon* Linnaeus unterschiedenen Striatum, das mit der somatischen Area zusammenfällt oder diese enthält.

Diencephalon

Diencephalon. — Die zwischen den Hemisphären und den Mesencephalon-Lappen eingeschobene Partie des Gehirns wurde von verschiedenen Autoren als das paarige Ganglion habenulae bezeichnet. Nach Holmgrens Untersuchungen sind die tatsächlichen Verhältnisse etwas andere. Der Vorderteil des Epithalamus (Diencephalon, rautenförmiges Organ) zeigt die beiden Ganglien, von denen das linke tatsächlich weiter vorn liegt als das rechte (Figur 240).



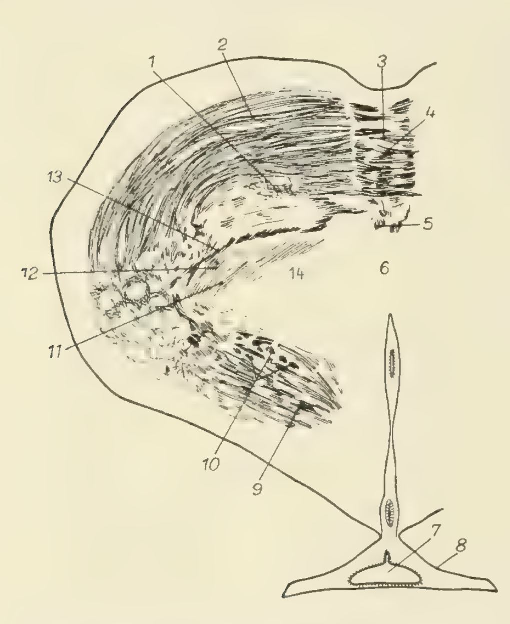
Figur 240. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Ganglion habenulae.* Von oben. (Nach Holmgren)

Die Asymmetrie der beiden Ganglien-Hälften wächst *mit zunehmendem Alter.* Sie ist vielleicht aus räumlichen Gründen durch einen Druck der Hemisphären entstanden, also sekundärer Natur (wenngleich dieser Auffassung die Tatsache entgegenspricht, daß in der *Petromyzoniden-Entwickelung* ein vorübergehendes Gleichgewicht zwischen den beiden Ganglia habenulae auftritt, das heißt also: erst das rechte vor dem linken liegt, dann aber eine Zeitlang beide symmetrisch, bis endlich links vor rechts reicht). Von den beiden vorderen Teilen des Habenular-Ganglions entspringen die beiden Meynertschen Bündel, von denen das rechte dicker als das linke ist. Sie bekommen im hinteren Teil des habenularen Verlaufes sehr starke Faserzuschüsse vom einheitlichen hinteren Unterteil des Habenular-Ganglions. Die unteren Teile des Habenular-Ganglions werden vom Tractus olfacto-habenularis (Stria-medullaris) durchsetzt. Die Meynertschen Bündel sammeln sich vor der Kommissur des Tractus olfacto-habenularis (Commissura habenularis oder superior). Der hintere Ganglion-Teil wird von der Commissura posterior durchzogen.

Auf Grund eines Vergleiches mit den Verhältnissen bei *den Petromyzoniden* schließt Holmgren, daß die Habenular-Ganglien der Autoren bei *Myxine* Linnaeus zusammengesetzte, teils aus den beiden medialen verschmolzenen, echten Habenular-Ganglien, teils aus den ebenfalls verschmolzenen, stark dorsalwärts verdrängten Subhabenular-Ganglien bestehende Bildungen sind.

Von Verbindungen der Habenular-Ganglien sind folgende festzustellen: (1) Die Meynertschen Bündel (Fasciculus retroflexus, Tractus habenulo-peduncularis), die das Ganglion habenulae vorn unmittelbar an der Medianlinie verlassen. Die Hauptmasse des Tractus liegt vor der Commissura ansulata. Unterhalb der Commissura ansulata liegt eine Kreuzung der Tractus-Fasern, die jedoch nicht vollständig ist. Das Gebiet dieser Kreuzung ist sehr lang. Ihre unterste Partie liegt innerhalb eines sehr dichten Neuropils. Unterhalb der Kreuzung weichen die Meynertschen Bündel breit voneinander lateralwärts ab, um sich sodann abermals

zu kreuzen. Nach dieser Kreuzung ziehen große Fasermassen weiter nach hinten in den ventralen Oblongata-Teil. (2) Der paarige Tractus habenulo-tectalis pars anterior, der zusammen mit den Meynertschen Bündeln vor dem vorderen Habenularganglien-Teil entspringt und nach Überquerung der Riechbündel rückwärts nach den Vorderteilen des Tectum opticum geht. (3) Der Tractus habenulo-tectalis pars anterior (Tractus habenulo-tectalis Worthington, Taenia Edinger), der sich bald nach seinem Beginn in den Habenularganglien mit dem vorigen vereinigt. Die beiden Tractus habenulo-tectales liegen unsymmetrisch in den Ganglien, jedoch symmetrisch in bezug auf das übrige Gehirn.



Figur 241. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitt durch das Diencephalon, ventral das Infundibulum durchschneidend.* (*1*) Tractus olfacto-thalamicus rectus; (*2*) Tractus olfacto-habenularis, Commissura tecti diencephali; (*3*) Habenula; (*4*) Commissura habenularis + Commissura tecti diencephali; (*5*) Fasciculus retroflexus; (*6*) Eminentia thalami; (*7*) Recessus infundibuli; (*8*) Infundibulum; (*9*) Commissura postoptica; (*10*) Fasciculus basalis telencephali; (*11*) Tractus thalamo-tubercularis; (*12*) Tractus habenulo-tubercularis; (*13*) Tractus habenulo-thalamicus; (*14*) Pars ventralis thalami. (Nach Jansen)

Myxine Linnaeus besitzt (nach Holmgren) keine Epiphyse. Das, was andere Autoren (Edinger, Sterzi, Retzius, v. Kupffer) als solche beschrieben haben, sind andere, mißverständlich aufgefaßte Elemente des Gehirns (Blutgefäße und anderes).

Entgegen den früheren Autoren nennt Holmgren als Ganglienkerne des Thalamus (1) die median verschmolzenen Subhabenular-Ganglien (Eminentiae thalami bei *Petromyzoniden*), deren Elemente sich wesentlich von denen der Habenular-Ganglien unterscheiden, (2) 2 hinter den beiden Primordia hippocampi beiderseits vom vertikalen Thalamusventrikel (Canalis ventriculi tertii Holmgren) gelegene große Ganglienzell-Anhäufungen, die Nuclei centrales thalami und (3) je 1 [beiderseits am lateralen Vorderrande von (2)] unmittelbar hinter den lateralen Teilen des Primordium hippocampi gelegenen Kern, die Nuclei laterales thalami.

Außer den schon erwähnten Verbindungen des Subhabenular-Ganglions mit dem Meynertschen Bündel findet sich noch eine Verbindung desselben mit dem Mesencephalon: der Tractus subhabenulo-tectalis (Eminentia tectalis), sowie aufsteigende Fasern, die diffuse Züge bilden.

Auch in den Subhabenular-Ganglien und deren Verhältnissen stimmt *Myxine* Linnaeus mit *den Petromyzoniden* überein.

Der lateral vom Canalis ventriculi III liegende dorsal gegen die Subhabenular-Ganglien grenzende Nucleus centralis thalami (Thalamuskern partim nach Edinger), geht in das dort gleichartig gebaute Tegmentum über.

Der Kern hat durch zahlreiche Fasern, die an seinen Hinterrand herantreten, Verbindung mit der Oblongata (Tractus spino-bulbo-thalamicus). Ziemlich deutlich ist eine Verbindung mit dem Gebiet des Hypothalamus.

Der Hypothalamus wird vorn von den postchiasmatischen Kommissural-Fasern, hinten von der Plica encephali ventralis begrenzt, lateral durch die Grenze, die das Tectum opticum von den unten liegenden Teilen trennt. Diese Grenze folgt also (nach Holmgrens Auffassung) der subtektalen Grenzfurche. Die dorsale Grenze liegt am Nucleus centralis thalami und erstreckt sich hinten bis zur Commissura ansulata. Seitlich von den Hypothalamus-Ventrikeln liegen die beiden großen Ganglia hypothalamica, die einwärts in die um die großen Faserbündel des Tractus spino-hypothalamicus, Tractus cortico-spinalis und Tractus cortico-cerebellaris gelegenen Zellmassen übergehen. Die Ganglia hypothalamica sind sehr wahrscheinlich durch die postoptische Kommissur miteinander verbunden. Hinter dem Hypothalamus-Ventrikel liegen Kreuzungen, die als Decussatio hypothalamica (Commissura posterior tuberis) bezeichnet werden können. Der wahrscheinlich absteigende Tractus lobo-bulbaris verbindet den Hypothalamus mit der Oblongata. Außer den früher erwähnten Verbindungen (Tractus pallii und Strio-hypothalamicus) ist weiter eine Anzahl von aufsteigenden Oblongata-Fasern zu erwähnen, die in die Seitenteile des Hypothalamus einmünden und den Tractus spino-bulbo-thalamicus bilden; weiter steigen Faserbündel vom Cerebellum nach dem Hypothalamus auf (Tractus lobo-cerebellaris). Vielleicht kommen auch Fasern vom Tectum opticum in den Hypothalamus (Tractus tecto-lobaris).

Mes-encephalon, Cerebellum

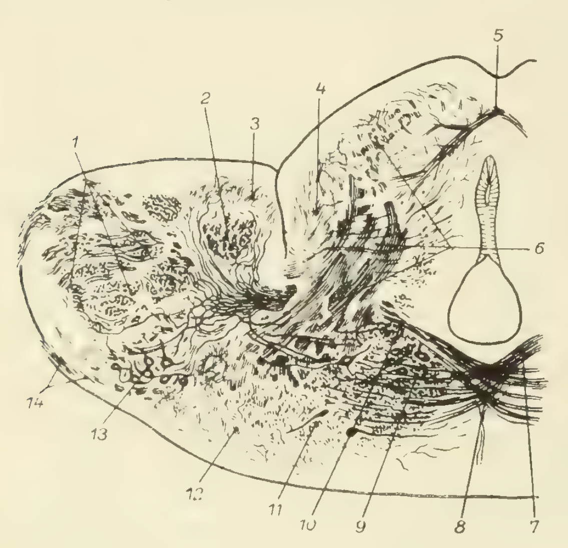
Bezüglich der Begrenzung des Mesencephalon herrschen gleichfalls verschiedene Ansichten unter den Forschern. Die einen bestreiten das Vorhandensein eines gesonderten Cerebellum bei *Myxine* Linnaeus und bezeichnen sowohl die hinter als vor der Querfurche gelegene Gehirn-Partie als Mesencephalon (Retzius, Holm, Edinger), während die anderen, denen sich auch Holmgren anschließt, diese Querfurche als hintere Grenze des Mesencephalon ansehen und das Vorhandensein eines großen Cerebellums bei *Myxine* Linnaeus feststellen (Johannes Müller, G. Retzius, Sanders und Worthington).

Das Cerebellum von *Myxine* Linnaeus entspricht also demnach dem hinteren Teil des Mittelhirns nach Holm und Edinger und das Mesencephalon besteht aus dem auf der dorsalen Seite des Gehirns hinter den Hemisphären folgenden paarigen Lappen. Nach Holmgren umfaßt dieses Mesencephalon die beiden Lobi optici (Tectum opticum) und eine seitliche untere, die ventrale Fortsetzung der Lobi bildende Partie, die sich gegen die Plica encephali ventralis verschmälert und das Corpus interpedunculare umschließt, weiter in den zentralen Teilen des Gehirns die große Zell- und Fasermasse (Tegmentum) vom Haubenwulst (Tuberculum posterius) bis zur Fossa rhomboidalis.

In diesem Gebiet sind folgende Zellverbände vorhanden: (1) Das Grau des Tectum opticum, dessen Oberfläche von einer Schicht von Nervenfasern und damit dicht verflochtenen langen Dendriten bedeckt ist, unter der die nach innen von der Zellenmasse des Tegmentum nicht abgegrenzte Rindenschicht des Tectumgraues liegt. (2) Im basalen Mittelhirnteil (Tegmentum) finden sich keine besonderen Kerne, sondern nur Verdickungen in der Zellverteilung, die Holmgren das Kerngebiet des Tegmentum nennt.

Im Ventralteil des Mittelhirns liegt das mächtige Ganglion interpedunculare, das die Endstation des Meynertschen Bündels (Tractus habenulo-peduncularis) bildet. Es verbindet sich wohl hauptsächlich mit der Oblongata.

Das Mittelhirn weist folgende Verbindungen auf: (1) Die Commissura posterior, deren mittlerer Teil stets innerhalb der posthabenularen Ganglien liegt und die vorn an die Habenularkommissur unscharf angrenzt. (2) Der Tractus tecto-bulbaris et bulbo-tectalis, der aus auf- und absteigenden, vom ganzen Tectum opticum ausgehenden Fasern gebildet wird, die keine Bündel bilden und in die Längsbahnen der Oblongata ventral vom Fasciculus longitudinalis dorsalis eingehen. (3) Der Tractus tecto-lobaris, der mit diffusen Faserzügen in den hinteren Teil des Hypothalamus eindringt. (4) Die verhältnismäßig sehr schwache, aus einer vorderen oberen und hinteren unteren Partie bestehende Commissura ansulata, deren Fasern hauptsächlich aus Zellen der lateralen unteren Teile des Mesencephalons entstammen. Nur wenige Faserzüge kommen von dorsaler gelegenen Teilen. Die Kommissur ist eine Kreuzung des Tractus tecto-bulbaris. (5) Die die Hauptmasse der postoptischen Kommissuralfasern bildende Commissura ventralis, deren Fasern aus Zellen des Tectum opticum stammen, jedoch keinen Anteil am Cerebellum haben.



Figur 242. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schnitt durch das Mittelhirn und die Medulla oblongata in der Ebene des Vorderendes des motorischen Trigeminus-Kernes.* (*1*) sensorische Trigeminuswurzel; (*2*) Fasciculus acustico-lateralis; (*3*) Fasciculus communis; (*4*) Tractus bulbo-tectalis; (*5*) Commissura tecti mesencephali; (*6*) Lemniscus bulbaris; (*7*) Fibrae arcuatae internae; (*8*) Commissura ventralis; (*9*) Tractus thalamo-bulbaris; (*10*) Fasciculus longitudinalis medialis; (*11*) Tractus tecto-bulbaris; (*12*) Tractus bulbo-tectalis; (*13*) motorischer Trigeminus-Kern; (*14*) motorische Trigeminus-Wurzel. (Nach Jansen)

Auch das Mesencephalon zeigt in der Hauptsache Übereinstimmung mit *dem der Petromyzoniden.*

Entgegen der Ansicht vieler Autoren, die das Vorhandensein von Seh-Nerven bei *Myxine* Linnaeus *bei vielen Exemplaren* in Abrede stellen und nur als eine Ausnahme bezeichnen, findet sich ein Tractus opticus (nach Holmgren) regelmäßig; und zwar sowohl Augen- wie Seh-Nerven. Der Opticus ist stets sehr schmal und macht einen rudimentären Eindruck, enthält aber eine ziemlich bedeutende Anzahl sehr feiner Nervenfasern. In seiner Mitte hat er zuweilen eine kleine gangliöse Anschwellung, die kleine bipolare Ganglien-Zellen enthält: das Ganglion nervi optici. Die beiden Nervi optici dringen getrennt voneinander kurz hinter dem Recessus opticus in das Gehirn ein, behalten dort ihre Faserrichtung von unten vorn nach oben hinten und innen bei und bilden innerhalb des Chiasma-Balkens (in der Commissura ventralis) eine vollständige Faserkreuzung (also ein richtiges Chiasma opticum). Nur sehr wenige Fasern kehren nach der Durchkreuzung wieder auf die eigene Seite zurück, die Mehrzahl geht lateralwärts nach oben und hinten bis in das Tectum opticum, nachdem sie unterwegs durch das Lateralganglion des Tectum durchgegangen sind und dort, aber auch schon weiter ventral, Kollateralen abgegeben haben. Einige nach der Kreuzung medial liegende

Fasern setzen sich gerade nach hinten fort und stellen mediale Opticuswurzeln dar. Oft teilen sich Opticus-Fasern an der Kreuzungsstelle oder weiter hinten und senden dann manchmal den einen Ast nach der einen, den anderen nach der anderen Seite, gehen meist aber nach derselben Seite weiter. Die Anzahl der Opticus-Fasern ist verhältnismäßig gering.

Im Cerebellum liegen die Zellen viel dichter als im Tectum opticum, besondere Kerne finden sich nicht. Am dichtesten liegen sie dorsal und lateral vom Ventrikel des Kleinhirns, weniger dicht in den mittleren Schichten. Eine Anzahl bipolarer, vertikal zur Kleinhirnoberfläche stehender Zellen wird (nach Holmgren) als Vorläufer der Purkinjeschen Zellen der Petromyzoniden und höherer Tiere angesehen. An der Oberfläche des Gehirnteils liegt eine zellfreie Zone (Molekular-Zone).

An Verbindungen des Cerebellums bestehen folgende: (1) Der Tractus cerebello-diencephalicus, Neuritenzüge, die vom medianen Cerebellumteil gegen den Thalamus und Hypothalamus ziehen. (2) Der Tractus cerebello-tectalis und tectali-cerebellaris; deutliche Züge von längsverlaufenden Fasern aus den Seitenteilen des Tectums und Cerebellums, die die beiden Gehirn-Teile miteinander verbinden und deren Ursprungs-Zellen in diesen beiden Teilen liegen. (3) Die Fibrae arcuatae; zahlreiche Fasern, die vollständig den gleichgenannten *der Petromyzoniden* entsprechen (siehe dort). (4) Der Tractus cerebello-bulbaris und bulbari-cerebellaris, die miteinander sehr stark vermischt sind. Das Bündel liegt in der Oblongata ventrolateral. Das Cerebellum weist eine Anzahl von Kreuzungen auf, und zwar: (a) eine vordere breite Kreuzungsplatte, die Decussatio veli, und (b) eine Reihe hintereinanderliegender kleinerer, den gewöhnlichen Zerebellarkreuzungen im Mark des Kleinhirns entsprechender Kreuzungen. (5) Die Commissura cerebellaris, die am hinteren Zerebellarrand unmittelbar dorsal vom Ventrikel liegt und deren Fasern teils mit den basalen Hinterteilen des Cerebellums, teils mit den Oblongata-Hörnern an der Basis des Trigeminus verbunden sind, wo sie sich mit dem Lobus acusticus in Verbindung zu setzen scheinen. (6) Der Tractus trigemino-cerebellaris; sensible Trigeminus-Fasern dringen zusammen mit dem Tractus bulbo-cerebellaris von der Seite in die hinteren basalen Kleinhirn-Teile ein. Die meisten von ihnen ziehen abwärts und kreuzen im vorderen unteren Oblongata-Teil kurz dorsal vom Interpedunkular-Ganglion. (7) Der Tractus acustico-cerebellaris, aus Acusticus-Fasern bestehend, die zusammen mit den Trigeminus-Fasern in den hinteren Kleinhirn-Teil eintreten. (8) Der Tractus vago-cerebellaris; die vordersten Vagus- oder vielleicht Glossopharyngeus-Wurzeln verlaufen vom Eintritt dicht unter der Oblongata-Oberfläche parallel mit ihr vorwärts, ziehen in der Höhe des Zerebellar-Hinterrandes gerade dorsalwärts und dringen in das Cerebellum ein.

Die Gründe, die Holmgren für seine Auffassung des eben beschriebenen Teils als eines großen Cerebellums anführt, sind: das Vorhandensein eines besonderen Zerebellar-Ventrikels mit einem vorderen und hinteren Ast; das verschiedene strukturelle Aussehen, und die scharfe, vordere und hintere Begrenzung; das Vorhandensein einer Decussatio veli; einer Zerebellar-Kommissur; eines Tractus cerebello-diencephalicus; von Durchkreuzungen, die dem Kleinhirnmark *anderer Cranioten* entsprechen; eines Tractus tecto-cerebellaris und cerebello-tectalis; eines Tractus bulbo-cerebellaris und cerebello-bulbaris; von Verbindungen mit dem Nervus trigeminus, acusticus und vagus; und von Zellen, die als Vorläufer der Purkinjeschen Zellen und Körnerzellen gedeutet werden können.

Medulla oblongata

Medulla oblongata. — Über die Medulla oblongata (Myelencephalon) von *Myxine* Linnaeus hat Holmgren keine weiteren Untersuchungen veröffentlicht. Dagegen sind über diesen Gehirn-Teil von *Bdellostoma* Joh. Müller durch J. Worthington ausführliche Studien gemacht worden. — Die Medulla oblongata, die nahezu ebenso groß wie das Cerebellum, das Zwischenhirn, Großhirn und Vorderhirn zusammen ist, ist nach diesen Untersuchungen der verwickeltste und schwierigste Teil des *Bdellostoma-Gehirns*. Sie ist bilateralsymmetrisch, eine leichte Einfurchung kennzeichnet ihre Mittellinie auf der dorsalen und ventralen Seite. Ihre Breite ist etwa ebenso groß wie die der beiden Lappen des Mittelhirns, ihre Länge entspricht der des Mittel- und Vor-Hirns zusammen. Ihre ventrale Seite ist schildförmig gestaltet; an den oberen Ecken des Schildes verläßt der Trigeminus die Medulla, an den unteren Ecken der Vagus.



Figur 243. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: ***a*** *Schnitt durch die Übergangszone zwischen Medulla oblongata und Rückenmark*; ***b*** *durch das Rückenmark.* (*1*) Zentralkanal; (*2*) Funiculus dorsalis medullae spinalis; (*3*) aufsteigende Fasern des 1ten und 2ten Spinalnerven; (*4*) Cornu posterius medullae spinalis; (*5*) sensorische Trigeminus-Wurzel; (*6*) sensorische Wurzel des 1ten Spinalnerven; (*7*) Cornu anterius medullae spinalis; (*8*) Commissura ventralis; (*9*) Fasciculus longitudinalis medialis; (*10*) Tractus bulbo-spinalis rectus; (*11*) Funiculus dorsalis medullae spinalis; (*12*) Radix posterior nervi VIII; (*13*) Funiculus ventralis medullae spinalis. (Nach Jansen)

Der Nervus facialis, acusticus (ausgenommen acusticus a) und glossopharyngeus verlassen sie längs ihrer Seiten. Direkt hinter ihrem Scheitel liegt ein halbkreisförmiges Band, die Meynertschen Bündel und ihre 2te Abzweigung. Eine longitudinale Einbuchtung teilt jede Seite der ventralen Medullar-Oberfläche in 2 Teile. Am kaudalen Ende der Mittelfelder sind die ventralen Faserzüge des Rückenmarks fortgesetzt in den seitlichen Teilen der lateralen motorischen Säulen der Medulla. Die dorsale Oberfläche kann mit einem dickarmigen »Y« verglichen werden, dessen Seitenteile nahezu die ganze dorsale Oberfläche der Medulla oblongata einnehmen und sich erst in der vorderen Hälfte der Medulla gabeln, indem sie die Lappen des Cerebellums zwischen sich nehmen. In diesen Armen des »Y« sind 3 bestimmte Abteilungen ausgeprägt, und zwar: (1) die starken, vom lateralen Teil der erhöhten Medullar-Partie aus ziehenden, den kaudolateralen Teil der Arme bildenden Stränge, die die zuleitenden Fasern des sensorischen Trigeminus bilden, (2) 2 schmale, vom Mittelteile der dorsalen Anschwellung längs der Medianfurche der Arme ziehende Bänder, die den Fasciculus communis bilden, (3) die dorsolateralen Stränge (Goronowitsch und andere), die zwischen dem Communis und dem sensorischen Trigeminus liegen und das Tuber-

culum acusticum bilden. — Nach der Trennung der Y-Arme ziehen die Acusticus-Bündel zum Vorderende der Medulla. Vor den Strängen des Acusticus b, der bei *jungen Tieren* in die Oblongata vor dem Hinterende des Cerebellums eintritt, ziehen vom Acusticum die Arme des »Y« zu den Seiten der Medulla querüber (Figur 246).

In der inneren Anatomie der Medulla oblongata ist auffällig die geringe Größe des 4ten Ventrikels und die nahezu vollständige Abwesenheit des Daches über diesem Ventrikel, das sich bei *anderen Cranioten* findet. Der 4te Ventrikel ist bei *Bdellostoma* Joh. Müller aus 3 scharf getrennten Teilen, einer vorderen und einer hinteren Erweiterung und einem Verbindungskanal gebildet. Die vordere Erweiterung wird am Vorderende der Medulla nahezu vollständig vom Cerebellum bedeckt; der dünne Teil des Daches liegt über dem Hinterende dieser Erweiterung. Der Verbindungskanal verläßt sie an ihrem kaudodorsalen Winkel und zieht zum Rückenmarks-Kanal. Die hintere Erweiterung beginnt vor der Commissura infima Halleri und endet etwas hinter ihr; sie liegt dorsal von dem sich in sie öffnenden Kanal. Dieser und seine Erweiterung sehen im Querschnitt pilzförmig aus.

In der Oblongata ist der große aufsteigende Zug des sensorischen Trigeminus, der viel größer als der von *Petromyzon* Linnaeus ist, das vorherrschende Element. So wie die Züge des Olfactorius die größten und bedeutendsten des Vorderhirns sind, so ist er die bedeutendste Bahn des hinteren Hirnteils und beherrscht alle anatomischen Verhältnisse in der Medulla derart, daß er alle anderen Bahnen aus ihrer Lage drängt. Er entspringt vom Nucleus funiculi, einer diffusen, nahe der dorsalen Fläche des hinteren Endes der Oblongata gelegenen Zell-Gruppe, die möglicherweise ein Abkömmling des dorsalen Horns der Wirbelsäule ist.

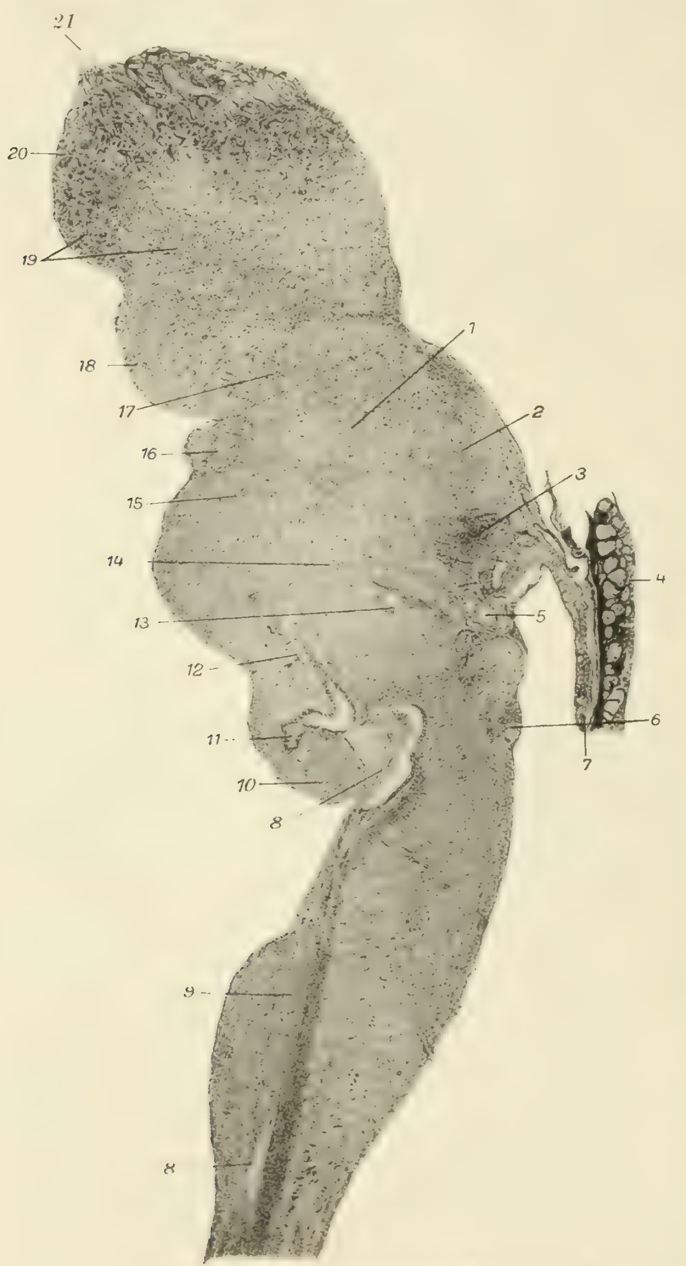
Der Fasciculus communis liegt als teilweise Fortsetzung der dorsalen Säulen der Wirbelsäule im dorsalen Teile der Medulla. Etwas vor der Commissura infima Halleri erscheint der Nervus fasciculi communis an der ventralen Fläche des Faserzuges und setzt sich als eine halbzylindrische Lage bis zum Austritt des Facialis aus dem Gehirn fort. Kurz hinter dieser Stelle wechselt der Faserzug allmählich seine bisherige Lage mit einer etwas mehr von der Mittellinie entfernten. Dabei sendet er Fasern seitwärts über den sensorischen Trigeminus nach den Seiten der Oblongata. Sowie seine Fasern die Lateralfläche erreichen, biegen sie wieder zurück und ziehen nach hinten zum Facialis, Glosso-pharyngeus und Vagus.

Die Endigungen dieser Fasern in den einzelnen Teilen des Nucleus sind nicht zu bestimmen. Außer den beiden aus dem Kerne kommenden Fasersträngen, von denen der eine der große Zug zur dorsalen Säule des Rückenmarks ist, während der 2te die große Faser-Masse bildet, die in die ventrale Raphe zur motorischen Region der entgegengesetzten Medullarseite zieht, finden sich verschiedene Zellen am Rande des Kerns, die ihre Fortsätze in die anliegenden Teile der Medulla entsenden und umgekehrt. Die vorderen und hinteren Enden des Nucleus sind miteinander durch zahlreiche Längsfasern in Verbindung, die Nuclei der beiden Körperseiten nicht bloß durch die Commissura infima Halleri, sondern auch durch zerstreute Fasern bis vorn zur Trennung der Medulla-Hörner.

Der Acusticus-Kern erscheint als ein kleiner Zellhaufen ein wenig hinter der Ebene des Facialis, nicht weit von der Mittellinie zwischen Fasciculus communis und dem sensorischen Trigeminus. In demselben Maß wie der Fasciculus communis

auf die Seitenteile hinüberzieht, kommt der Acusticus an die äußerste dorsomediale Oberfläche der Oblongata zu liegen. Die Fasern seiner beiden Abteilungen, der für die Seitenlinie und der für die Ohren, verlassen ihn in vollständig getrennten Gruppen. Das vorderste Bündel ist das des Acusticus a, das die dorsale Acusticus-Oberfläche in einer deutlichen, gut umschriebenen Gruppe kurz hinter deren Vorderende verläßt und seitwärts zum Cranium über die dorsale Medullarfläche unmittelbar vor das Acusticus-Ganglion zieht. Die Abgangsstelle der Ohrennerven-Fasern beginnt dicht hinter der des Acusticus a und reicht bis nahe an das kaudale Nucleusende. Die meisten dieser Fasern ziehen über den sensorischen Trigeminus und verlassen die Medulla längs ihrer dorsolateralen Kante. Nur einige werden durch den sensorischen Trigeminus abgebogen, passieren ihn ventral, verlassen die Oblongata in einzelnen Faser-Gruppen in der Mitte ihrer Lateralfläche und dringen in das Ganglion nahe seinem Ventralrande ein.

Die Fasern des Acusticus b entspringen im ventralen Teile des Acusticus, ziehen latero-dorsal und tauchen in der Dorsalfläche der Medulla auf. Unmittelbar außerhalb des Gehirns liegen Ganglien-Zellen zwischen den Fasern.



Figur 244. Cyclostoma. *Bdellostoma polytrema* Girard: *Sagittalschnitt durch das Gehirn. In der Nähe der Median-Ebene.* (*1*) Zwischenhirn; (*2*) Decussatio post-optica; (*3*) Infundibulum; (*4*) Hypophyse; (*5*) Gefäßplexus; (*6*) 2te Decussatio der Meynertschen Bündel; (*7*) Infundibularfortsatz; (*8*) 4ter Ventrikel; (*9*) Medulla; (*10*) Cerebellum; (*11*) Zerebellarventrikel; (*12*) Iter; (*13*) Commissura ansularis; (*14*) Meynertsche Bündel; (*15*) Mittelhirn; (*16*) Habenularganglien; (*17*) Innenmasse des Vorderhirns; (*18*) äußere Umhüllung von (*17*); (*19*) Lobus olfactorius; (*20*) Glomeruli olfactorii; (*21*) Nervus I. (Nach Worthington)

Die motorischen Zellen der Medulla sind in 2 großen Gruppen, einer lateralen und einer ventralen motorischen Säule gesammelt, von denen die 2te, nahe der Medianlinie ventral zwischen den Kommissural-Fasern der Medianraphe liegende, die Fortsetzung des ventralen Horns des Rückenmarks in die Medulla darstellt und nahezu bis zum Vorderende der Medulla vorwärts zieht. Sie gibt Fasern zum Vagus ab. Die laterale motorische Säule beginnt am Hinterende der Medulla und zieht längs ihrer ventrolateralen Kante ebensoweit vorwärts wie der motorische Trigeminus. Sie besteht aus 3 Teilen: einer vorderen, dicht zusammengeballten Zellkugel, einer mittleren, aus weiter auseinanderliegenden Zellen bestehenden, und einer hinteren, aus einzelnen Längsreihen von Zellen bestehenden Gruppe. Die letztgenannte versorgt den Vagus und Glossopharyngeus. Der Facialis bezieht seine motorischen Fasern hauptsächlich aus der hinteren Hälfte der mittleren Abteilung; die meisten Zellen dieser vorderen Hälfte der mittleren Abteilung und alle Zellen der vorderen senden ihre Fasern in den Trigeminus.

Die 2 Seiten der Medulla oblongata sind längs ihrer ganzen Länge durch ein System von Kommissural-Fasern verbunden, die aus allen Gebieten der Medulla zu kommen scheinen und in der medianen Raphe, unmittelbar ventral vom 4ten Ventrikel kreuzen.

Bezüglich der Hautkern-Verbindung des Ganglion utriculare ist festzustellen, daß die Fasern dieser Wurzel (Radix lateralis) in schwacher Dorsalrichtung ziehen und sich binnen kurzem teilweise gabeln. Die von den größeren Ganglien-Zellen des Utricular-Ganglions in diese Faserzüge hineintretenden Fasern teilen sich sehr bald »T«-förmig. Weiterhin gehören dem Acustico-lateralis-System bei *Bdellostoma* Joh. Müller der Lateralis anterior und posterior an, von denen bei *Myxine* Linnaeus nur der erste vorhanden ist, der aber auch dem hinteren Teil des gleichgenannten Nerven bei *Bdellostoma* Joh. Müller entspricht, der seine Fasern zum größten Teil in den allgemeinen Hautkern, einen kleineren in das Acusticum sendet. Der Lateralis-Teil bei *Myxine* Linnaeus verbindet sich in gewöhnlicher Weise mit dem Acusticum, ohne einen Teil von ihm zu bilden, der allgemeine Haut-Teil aber zieht von der Eingangsstelle nach hinten innen und oben, ohne sich mit dem Acusticum zu verbinden, verbindet sich dagegen mit dem vorderen Trigeminus und zieht mit ihm in den Kern des Fasciculus communis und weiter nach hinten.

Auch im Nervus facialis findet sich ein laterales Element, dessen einer Ast sich mit dem allgemeinen Haut-Kern verbindet, während der andere sich zur Utrikular-Wurzel legt und mit dieser vorwärts und aufwärts zieht.

Im Glossopharyngeus-Vagus-Komplex findet sich ebenfalls ein Teil des Trigeminus. Die Mehrzahl der Fasern kommt in der Höhe des Hinterrandes des Ganglion sacculare an die Oberfläche der Oblongata und zieht dort vorwärts bis an den Kern des Fasciculus communis. Andere gehen bis ins Cerebellum. Schließlich begleitet eine ziemliche Anzahl solch feiner Fasern, zusammen mit dem Tractus utriculo-trigemini in den Trigeminus hineingehend, diesen Nerven mit zentrifugalem Verlauf.

Die Wurzeln des Glosso-pharyngeus-Vagus-Systems liegen bei *Myxine* Linnaeus einander sehr nahe und Fasern verbinden auch eine Wurzel mit der anderen.

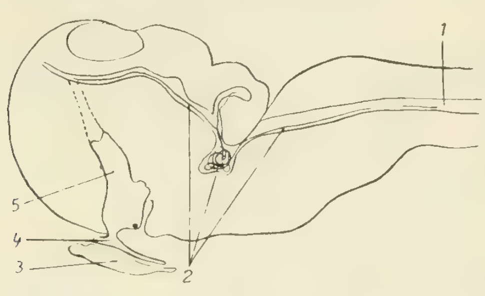
Auch in bezug auf den Glosso-pharyngeus-Vagus-Komplex findet sich also in den Hauptzügen Übereinstimmung zwischen *Myxine* Linnaeus und *Petromyzon* Linnaeus. Der Nervus facialis besteht teils aus groben, meist motorischen, dem

motorischen Kernkomplex der Kerne V und VII entstammenden, teils aus sehr feinen Fasern, die sich mit den Glosso-pharyngeus-Vagus-Fasern zum Communis-Kern gesellen.

Der Trigeminus hat (nach Holmgren) weder Acusticum- noch Communis-Verbindungen, die (nach Ayers & Worthington) bei *Bdellostoma* Joh. Müller bestehen.

Ayers' Verbindungs-Fasern

Ayers' Verbindungs-Fasern. — In der Ventrikelhöhle des Gehirns von *Bdellostoma* Joh. Müller und *Myxine* Linnaeus liegt eine Faser, die die Ependym-Zellen dieser Höhle und des Zentralkanals zu verbinden hat. Sie folgt den Umrissen des ventralen Teils jeder Hirnkammer und besteht aus zahlreichen Fibrillen, die von den in der Höhlung des Gehirns und Zentralkanals liegenden Ependym-Zellen herrühren.



Figur 245. Cyclostoma. — *Bdellostoma polytrema* Girard: *Sagittalschnitt durch das Gehirn.* (*1*) Endigung der Ventrikel-Faser; (*2*) Ventrikel-Faser; (*3*) Hypophyse; (*4*) Infundibulum; (*5*) Ventrikel. (Nach Ayers)

Bei *den Petromyzoniden* (auch bei dem *Ammocoetes*) findet sich an ihrer Stelle ein feinmaschiges Netzwerk von Fibrillen, das dieselben Beziehungen zu den Ependym-Zellen hat und im Leben die Ventrikelhöhle ausfüllt. — Es handelt sich wohl um ein Organ, das alle Teile der Ventrikelhöhle in enge Verbindung bringen soll, vielleicht um eine »vasomotorische Kontrolle der ventrikulären Lymphversorgung«.

Jansen unterscheidet im Bulbus olfactorius 5, allerdings nicht immer scharf voneinander geschiedene, aber immer gut kenntliche Schichten, und zwar: (1) das Stratum nervosum, eine dünne, durch den starken Nervus olfactorius gebildete Schicht, (2) das Stratum glomerulosum, die durch die interglomerularen Mitral-Zellen (siehe dort) gekennzeichnete Schicht der Glomeruli, (3) das eine schmale Zone hinter (2) bildende Stratum moleculare, (4) das Stratum magnocellulare, das hauptsächlich die großen Mitral-Zellen enthält, und (5) den Nucleus olfactorius anterior.

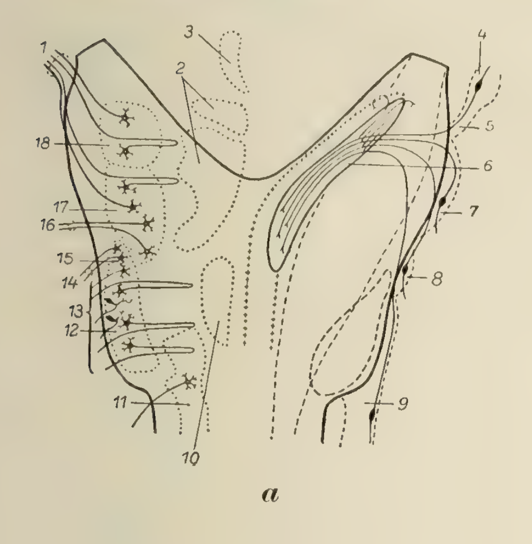
Außer den von Holmgren festgestellten Verbindungen im Gebiet des Primordium hippocampi besteht (nach Jansen) auch noch eine Verbindung mit der Hemisphäre: die Fibrae hippocampo-olfactoriae.

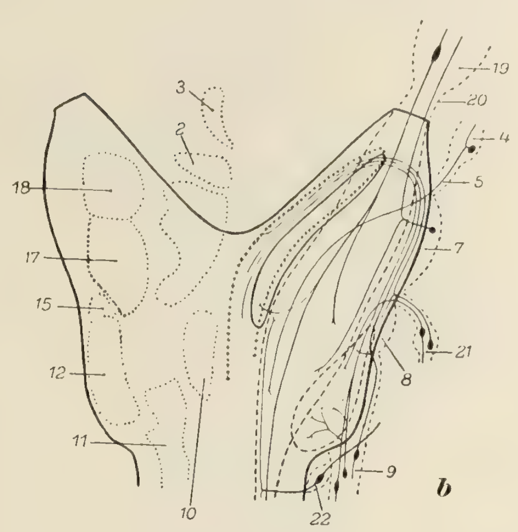
In der Area basalis telencephali beschreibt Jansen einen gut entwickelten Kern, den Nucleus praeopticus, der den Recessus praeopticus an der lateralen und ventralen Seite in Form von konzentrisch angeordneten Zell-Reihen unmittelbar außerhalb der Ependym-Lage umgibt.

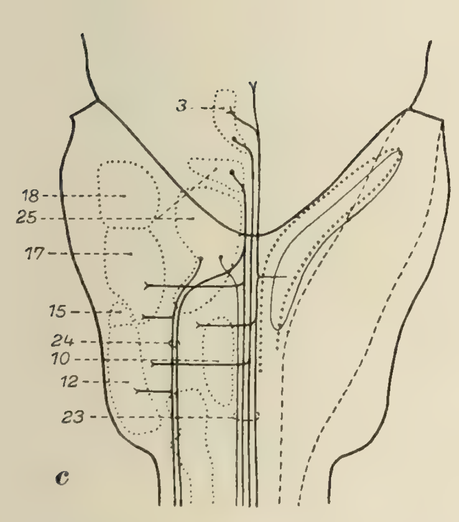
Die hinter der Hemisphäre folgende Hirn-Partie, die (von allen übrigen Autoren) als zum Mittelhirn gehörig bezeichnet wird, stellt (nach Jansen) das Diencephalon dar. Die von Holmgren beschriebene Verbindung zwischen Medulla und dem Nucleus bulbo-thalamicus (Tractus spino-bulbo-thalamicus sowie den Tractus cerebello-lobaris) bestreitet Jansen, ebenso den dorsalen Teil des Hypothalamus. Der Tractus tecto-lobaris stellt nach seiner Auffassung eine Verbindung zwischen Thalamus und Hypothalamus dar.

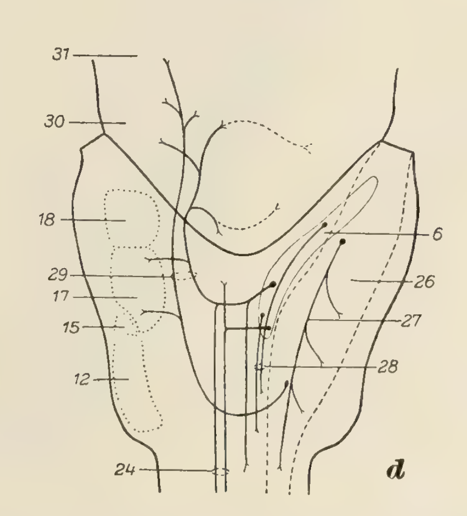
Einige Synonyme zwischen Holmgren und Jansen, die zum Teil kennzeichnend für verschiedene Auffassung sind, mögen noch vermerkt werden:

Holmgren	Jansen
Lateralkern (Geniculatum)	Nucleus tuberculi posterioris
Tractus strio-thalamicus	Tractus olfacto-hypothalamicus
Tractus lobo-bulbaris	Tractus hypothalamo-tegmentalis





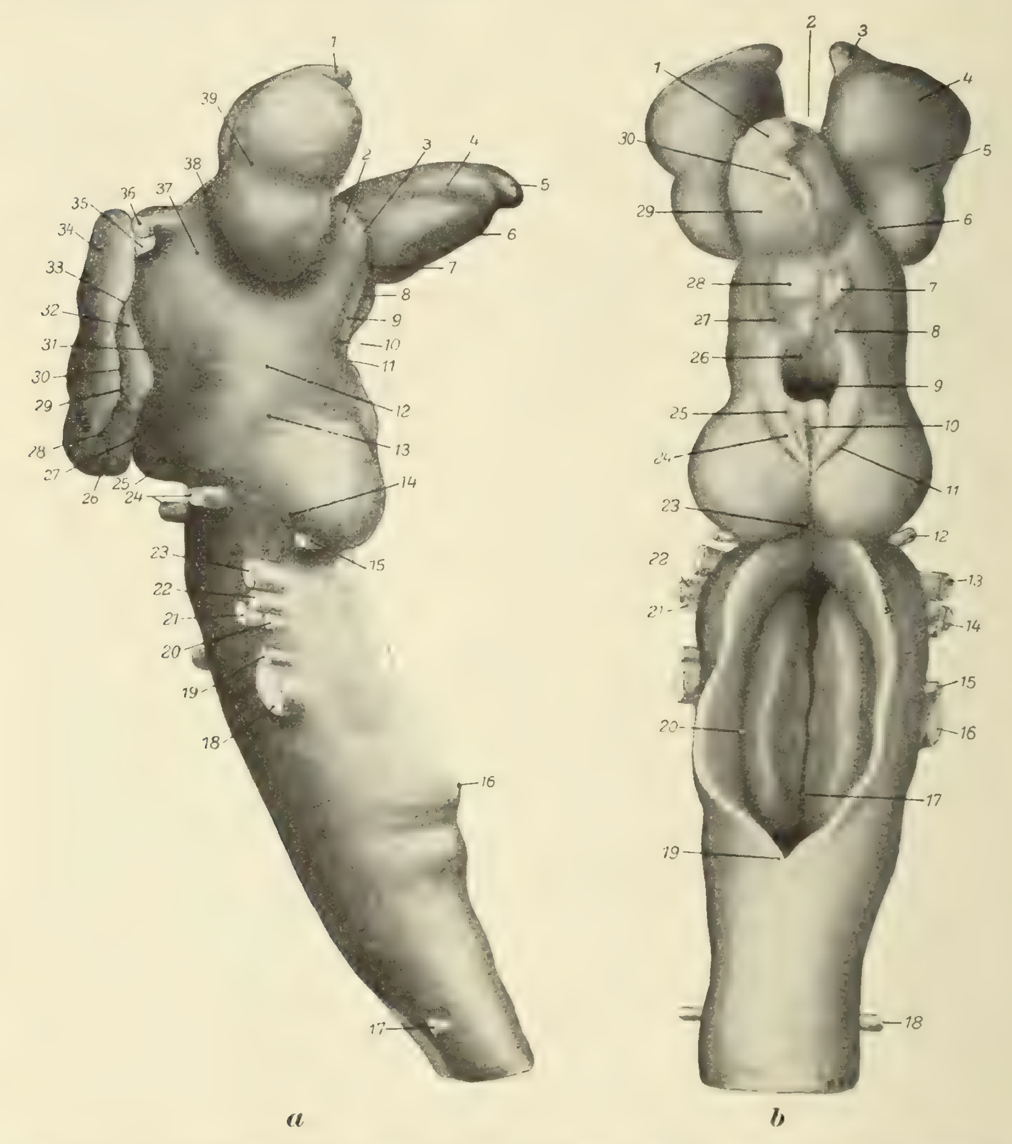




Figur 246. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Diagramme aus dem Gebiete des Rhombencephalons.* ***a*** links die motorischen Wurzeln der Kranialnerven, rechts die Komponenten des Acustico-lateralis-Systems. ***b*** Komponenten des allgemeinen Haut- und Communis-Systems. ***c*** Fasciculus longitudinalis medialis und Tractus bulbo-spinalis rectus. ***d*** Lemniscus bulbaris, Tractus bulbo-spinalis cruciatus, Tractus brevis und Tractus acustico-funicularis. (*1*) motorischer Trigeminusnerv (V); (*2*) vorderer Teil des motorischen Kerns des Tegmentums; (*3*) Nucleus reticularis mesencephali; (*4*) Ganglion nervi lateralis anterioris; (*5*) Nervus lateralis anterior; (*6*) Area acustico-lateralis; (*7*) Ganglion utriculare nervi acustici; (*8*) Ganglion sacculare nervi acustici; (*8*) Nervus vagus (X); (*10*) hinterer Teil des motorischen Kerns des Tegmentums; (*11*) somatische motorische Säule; (*12*) motorischer Vaguskern; (*13*) motorischer Vagusnerv; (*14*) motorischer Glossopharyngeusnerv (IX); (*15*) motorischer Glossopharyngeuskern; (*16*) motorische Facialisfasern; (*17*) motorischer Kern des Vten bis VIIten Nerven; (*18*) motorischer Kern des Trigeminus; (*19*) Ganglion maxillo-mandibulare; (*20*) Nervus trigeminus (V); (*21*) Ganglion geniculi nervi facialis; (*22*) 1ter Spinalnerv; (*23*) Fasciculus longitudinalis medialis; (*24*) Tractus bulbo-spinalis cruciatus; (*25*) vorderer Teil des motorischen Tegmentumkerns [= (*2*)]; (*26*) sensorischer Kern des Trigeminusnerven; (*27*) Tractus brevis; (*28*) Tractus acustico-funicularis; (*29*) Lemniscus bulbaris; (*30*) Mesencephalon; (*31*) Pars dorsalis thalami. (Nach Jansen)

Gehirn der Petromyzoniden

In letzter Zeit hat Saito über das Gehirn von *Lampetra japonica* (Martens) ausführliche Untersuchungen angestellt.



Figur 247. CYCLOSTOMA. *Lampetra japonica* (Martens) (japanisches Fluß-Neunauge): *Gehirn-Modell.* **a** von der linken Seite, **b** von oben. ***Figur a***: (*1*) Nervus olfactorius; (*2*) Tuber thalami; (*3*) Sulcus parencephalicus ventralis; (*4*) Saccus dorsalis; (*5*) Epiphyse; (*6*) Epiphysenstiel; (*7*) Sulcus praehabenularis; (*8*) Sulcus habenularis; (*9*) Ganglion habenulae; (*10*) Sulcus subhabenularis externus; (*11*) Commissura posterior; (*12*) Corpus geniculatum laterale; (*13*) Sulcus praetectalis; (*14*) Sulcus posttectalis; (*15*) Nervus trochlearis; (*16*) Calamus scriptorius; (*17*) 1 ter Spino-okzipitalnerv; (*18*) Nervus vagus; (*19*) Nervus glossopharyngeus; (*20*) Nervus octavus; (*21*) Nervus facialis; (*22*) Nervus lateralis; (*23*) Nervus trigeminus; (*24*) Nervus oculomotorius; (*25*) Tuberculum posterius; (*26*) Corpus mamillare; (*27*) Sulcus transversalis dorsalis mamillaris; (*28*) Sulcus ventralis mamillaris; (*29*) Commissura postinfundibularis; (*30*) Sulcus ventralis infundibuli; (*31*) Sulcus hypothalamicus externus; (*32*) Neurohypophyse (Hirnteil); (*33*) Commissura praeinfundibularis; (*34*) Adenohypophyse; (*35*) Commissura postoptica; (*36*) Nervus opticus; (*37*) Tuber hypothalami; (*38*) Sulcus telencephalodiencephalicus; (*39*) Sulcus interolfactorius. — ***Figur b***: (*1* = *5*) (Epiphyse); (*2*) Fissura longitudinalis telencephali (cerebri); (*3* = *1*) (Nervus olfactorius); (*4*) Bulbus olfactorius; (*5* = *39*) (Sulcus interolfactorius); (*6* = *38*) (Sulcus telencephalo-diencephalicus); (*7*) Processus habenularis impar; (*8* = *10*) (Sulcus subhabenularis externus); (*9*) Ventriculus mesencephalicus; (*10*) Sulcus medianus dorsalis externus;

(*11*) Sulcus dorsolateralis externus; (*12* = *15*) (Nervus trochlearis); (*13* = *23*) (Nervus trigeminus); (*14* = *21*) (Nervus facialis); (*15* = *19*) (Nervus glossopharyngeus); (*16* = *18*) (Nervus vagus); (*17*) Sulcus medianus ventralis internus; (*18* = *17*) (1 ter Spino-okzipitalnerv); (*19* = *16*) (Calamus scriptoricus); (*20*) Sulcus limitans; (*21* = *20*) (Nervus octavus); (*22*) Nervus lateralis; (*23*) Kleinhirn; (*24*) Eminentia tecti (dorsalis); (*25*) Sulcus intermediolateralis dorsalis; (*26* = *11*) (Commissura posterior); (*27* = *8*) (Sulcus habenularis); (*28*) Eminentia habenularis); (*29*) Saccus dorsalis; (*30* = *6*) (Epiphysenstiel). Die in Klammern gesetzten Teile sind auch auf der Figur ***a*** (unter der als zweiter genannten Ziffer) zu sehen; also die Epiphyse auf ***a*** unter (*5*). (Nach Saito)

Wir unterscheiden demnach im *Petromyzoniden-Gehirn* 5 Hauptteile, und zwar von hinten nach vorn: (1) Rhombencephalon (Rauten-Hirn), (2) Cerebellum (Klein-Hirn), (3) Mesencephalon (Mittel-Hirn), (4) Diencephalon (Zwischen-Hirn) und (5) Telencephalon (Vorder-Hirn).

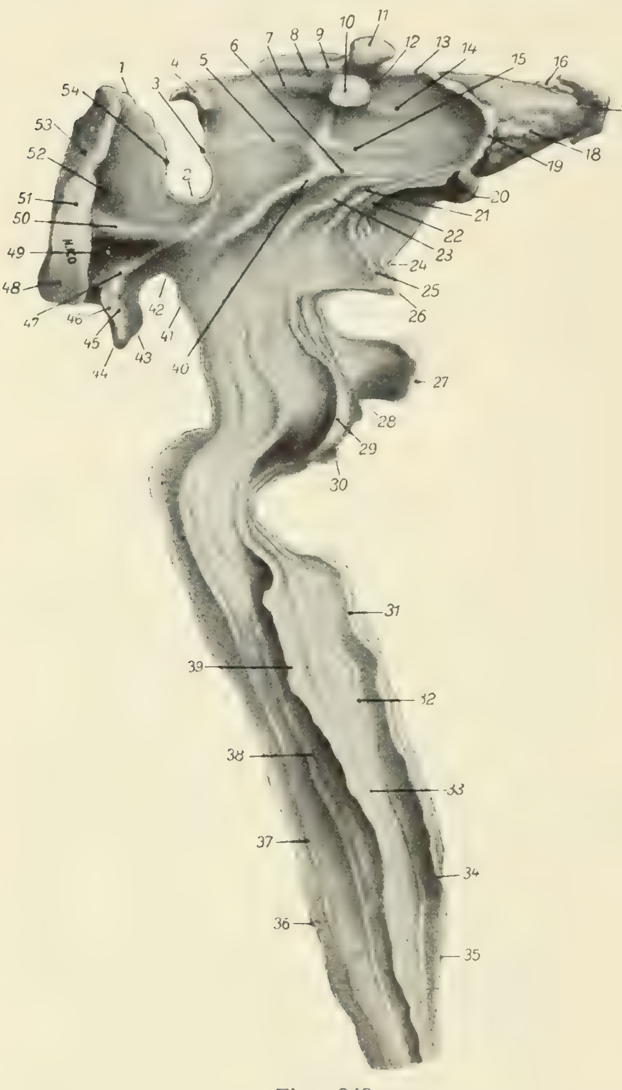
Rhombencephalon

Im Rhombencephalon sind 3 Teile zu unterscheiden: (a) das Übergangsgebiet der Medulla oblongata in das Rückenmark, das von verschiedenen Autoren noch dem Rückenmark zugerechnet wird, (b) die eigentliche Medulla oblongata und (c) der rostrale Abschnitt (Metencephalon, Hinterhirn), der sich wieder in 2 hintereinandergelegene Partien gliedert, die Pars ventralis metencephali und den vor ihr liegenden Isthmus rhombencephali.

Das Übergangsgebiet, das in eine vor dem ersten Nervus spinooccipitalis gelegene Pars anterior und posterior gegliedert werden kann, hat etwa die Form eines steilen Kegelstumpfes. Seine dorsale Fläche ist ziemlich flach, die laterale ausgebuchtet und die ventrale gewölbt. In der Medianlinie der ventralen Fläche verläuft der Sulcus (medianus) ventralis externus, der hinten in das Rückenmark hineinzieht. Im hintersten Teil dieses Gebietes entspringt der 1 te Spionookzipitalnerv, der dorsale und ventrale Wurzeln besitzt, zwischen der ventralen und lateralen Fläche. Im Übergangsgebiet liegt der gleichfalls in eine Pars anterior und posterior gegliederte Ventriculus (canalis) bulbospinalis (spinooccipitalis), der von verschiedenen Autoren, entsprechend ihrer Auffassung des Übergangsgebietes, als Zentralkanal des Rückenmarks bezeichnet wird und der in der Medianlinie des Ventrikeldaches den Sulcus (medianus) dorsalis internus, auf der lateralen Seitenwand den vorn an der Grenze des oberen und mittleren Drittels, hinten an der unteren Grenze des dorsalen Viertels der Ventrikelwand verlaufenden Sulcus limitans aufweist. Dorsal und ventral von diesem sind als seichte Vertiefungen die hinteren Ausläufer der der eigentlichen Medulla oblongata angehörenden Sulci, und zwar der Sulcus intermedius dorsalis, Sulcus dorsalis accessorius, Sulcus intermedius ventralis und Sulcus ventralis accessorius zu erkennen. In der Medianlinie des Ventrikelbodens zieht der sehr tiefe Sulcus (medianus) ventralis internus entlang, der sich nach hinten zu ebenfalls verschmälert und seichter wird. Auch die tiefen Sulci verstreichen im hintersten Teil des Übergangs.

Im Übergangsgebiet liegt zwischen dem Sulcus intermedius ventralis und dem Sulcus ventralis accessorius der nach beiden Enden zu sich verschmälernde, mit seinem vorderen Ende ventral vom Calamus scriptorius, im kaudoventralen Teil der hinteren viszeralen Zellsäule mit seinem Hinterende beträchtlich hinter dem Spinookzipitalnerven endigende motorische Nucleus spinooccipitalis mit 2- bis 3-schichtig angeordneten, dendritenreichen Ganglien-Zellen. Zwischen dem Sulcus (medianus) dorsalis internus und dem Sulcus limitans finden sich, symmetrisch und paarweise angeordnet, 8 Paar ovaler oder spindelförmiger, mittelgroßer, sensibler Dorsalzellen, und zwar direkt unter der Ependymschicht (mit Ausnahme des 8ten Paares, das von ihr entfernt ist); weiter in der Pars posterior 7 Paar, weniger regelmäßig angeordnet, von denen die vorderen lateral vom Ependym, die hinteren immer entfernt davon gelagert sind, und zwar in der Pars propria dieses Gebietes.

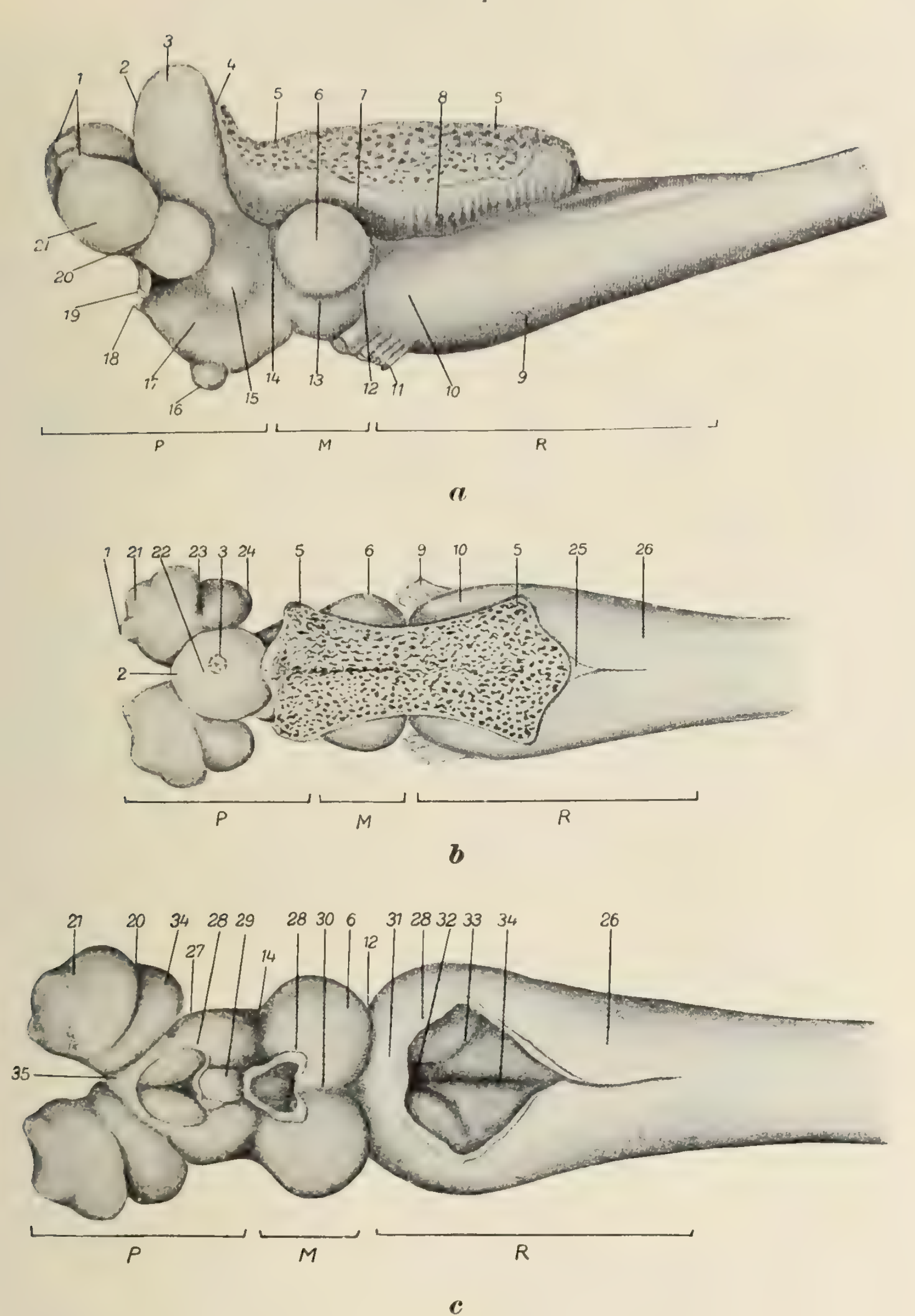
Die eigentliche Medulla oblongata hat spindelförmige Gestalt mit horizontaler Achse. Ihre dorsale Wand wird durch den Plexus chorioideus des 4ten Ventrikels gebildet, die Seitenwand ist in der Mitte besonders vorgebuchtet.



Figur 248.

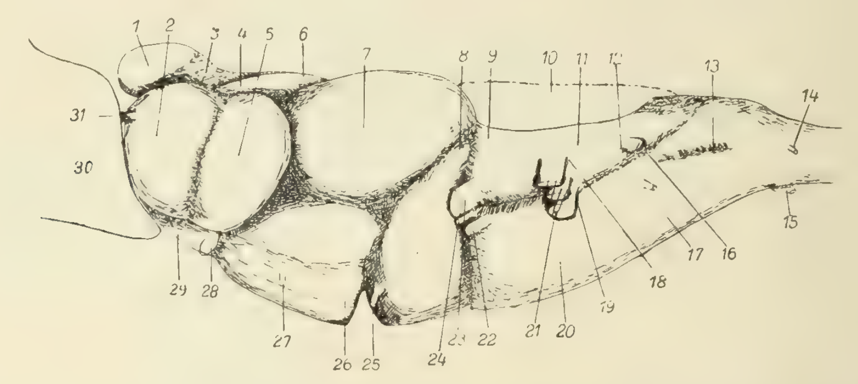
Figur 248. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Negativmodell des Gehirns.* Von der linken Seite gesehen. (*1*) Sulcus postopticus lateralis; (*2*) Commissura postoptica; (*3*) Sulcus postopticus dorsalis; (*4*) Sulcus praeopticus lateralis; (*5*) Sulcus praeopticus verticalis; (*6*) Pseudosulcus; (*7*) Sulcus infrainterventricularis posterior; (*8*) Eminentia infrainterventricularis; (*9*) Sulcus infrainterventricularis anterior; (*10*) Recessus posterior ventriculi lateralis; (*11*) Recessus anterior ventriculi lateralis; (*12*) Eminentia suprainterventricularis; (*13*) Sulcus suprainterventricularis anterior; (*14*) Sulcus suprainterventricularis posterior; (*15*) Sulcus verticalis thalami; (*16*) Ventriculus parapinealis; (*17*) Ventriculus pinealis; (*18*) Ventriculus parencephalicus; (*19*) Sulcus thalamo-parencephalicus; (*20*) Commissura habenularis anterior; (*21*) Sulcus accessorius ventralis thalami dorsalis; (*22*) Sulcus diencephalicus dorsalis; (*23*) Sulcus diencephalicus medius; (*24*) Commissura habenularis posterior; (*25*) Sulcus accessorius dorsalis thalami dorsalis; (*26*) Commissura posterior; (*27*) Ventriculus mesencephali; (*28*) Commissura praetectalis; (*29*) Sulcus lateralis mesencephali; (*30*) Commissura posttectalis; (*31*) Ventriculus rhombencephali; (*32*) Sulcus dorsalis accessorius; (*33*) Sulcus intermedius dorsalis; (*34*) Calamus scriptorius; (*35*) Sulcus medianus dorsalis internus; (*36*) Sulcus medianus ventralis internus; (*37*) Sulcus ventralis accessorius; (*38*) Sulcus intermedius ventralis; (*39*) Sulcus limitans; (*40*) Sulcus diencephalicus ventralis; (*41*) Recessus posterior; (*42*) Commissura transversalis; (*43*) Sulcus mamillaris dorsalis internus; (*44*) Sulcus mamillaris ventralis internus; (*45*) Recessus mamillaris; (*46*) Sulcus mamillaris lateralis; (*47*) Sulcus lateralis infundibuli; (*48*) Commissura postinfundibularis; (*49*) Eminentia infundibuli posterior; (*50*) Sulcus verticalis hypothalami; (*51*) Sulcus ventralis hypothalami; (*52*) Eminentia infundibuli anterior; (*53*) Commissura praeinfundibularis; (*54*) Sulcus postopticus ventralis. (Nach Saito)

Auf der Ventralfläche findet sich im Vorderende dieses Abschnittes die leicht ventralwärts vorragende »Brückenkrümmung«. Dorsal weist die Medulla oblongata eine längsspindelförmige Spalte auf, den 4ten Ventrikel, an dessen Rand sich der Plexus chorioideus anheftet. Der bereits genannte, insbesondere im kaudalen, mittleren Teil sehr scharf-, vorn dagegen stumpfrandige und allmählich verstreichende Sulcus (medianus) ventralis internus erstreckt sich vom Übergangs-

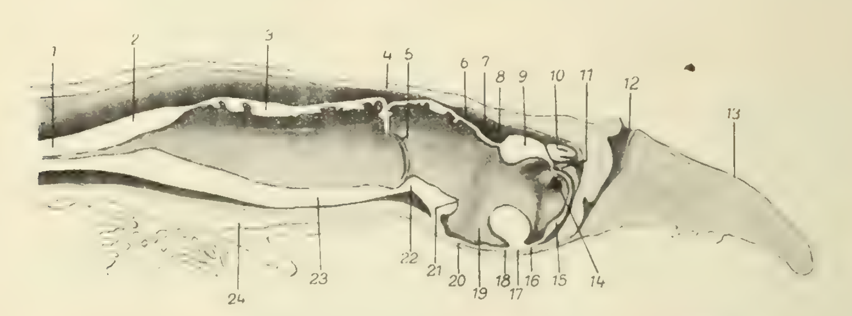


Figur 249. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Gehirn* **a** von der Seite, **b** und **c** von oben, **c** nach Entfernung der Thela chorioidea und des Saccus dorsalis. (*1*) Nervi olfactorii; (*2*) Saccus dorsalis; (*3*) Pinealorgan; (*4*) Fissura meso-proencephalica; (*5*) Thela chorioidea; (*6*) Lobus opticus; (*7*) Sinus chorioideus; (*8*) Sulcus chorioideus; (*9*) Nerven der Vagus-Gruppe; (*10*) seitliche Vorragung; (*11*) Sulcus rhombo-mesencephalicus; (*12*) Nervus trigeminus; (*13*) Sulcus subopticus; (*14*) Sulcus meso-proencephalicus; (*15*) Tuberculum diencephalicum; (*16*) Saccus infundibularis; (*17*) Regio infundibularis; (*18*) Vorderende des Sinus postopticus infundibularis; (*19*) Nervus opticus; (*20*) Sulcus olfactorius; (*21*) Bulbus olfactorius; (*22*) Parapinealorgan; (*23*) Sulcus rhinencephalicus; (*24*) Lobus olfactorius; (*25*) 3-eckiges Plättchen (Lamina triangularis) zwischen den (*26*) hinteren Strängen des Rückenmarks; (*27*) Diencephalum; (*28*) Insertionsstelle der Tela chorioidea; (*29*) Habenularganglion; (*30*) Sulcus interopticus; (*31*) Kleinhirn; (*32*) Fossa ventricularis; (*33*) Sulcus intermedius; (*34*) Sulcus medianus des Ventriculus myelencephalicus; (*35*) Lamina supraneuroporica; (*P*) Gebiet des Proencephalons; (*M*) des Mesencephalons; (*R*) des Rhombencephalons; (Nach Sterzi)

gebiet auch in das der Medulla oblongata weiter fort, in deren Mittelteil leicht dorsalwärts, vorn, wo er sich in das Gebiet des rostralen Abschnittes des Rhombencephalons fortsetzt, ventralwärts gelegen. Zwischen dem Ventrikelbogen und der lateralen Wand zieht auch der Sulcus limitans in leichter Biegung vorwärts



Figur 250. Cyclostoma. — *Lampetra wilderi* Gage: *Seitenansicht des Gehirns.* Die Wurzeln der Kranialnerven sind schematisch (nach Schnitten) eingetragen, die Wurzeln des VIIten und VIIIten Nerven ein wenig zu weit hinten. (*1*) Epiphyse; (*2*) Lobus olfactorius; (*3*) Paraphyse; (*4*) Epistriatum; (*5*) Area olfactoria; (*6*) Ganglion habenulae; (*7*) Tectum opticum; (*8*) IVter Nerv; (*9*) Cerebellum; (*10*) Plexus chorioideus; (*11*) Tuberculum acusticum; (*12*) Wurzel der postauditorischen Seitenlinie; (*13*) sensorischer und motorischer Nervus vagus (X); (*14*) Iter Spinalnerv; (*15*) = (*12*); (*16*) sensorischer, (*17*) motorischer Glossopharyngeus (IX)-Nerv; (*18*) Seitenlinie, VIIter Nerv und dessen Wurzel; (*19*) VIIIter Nerv; (*20*) Medulla; (*21*) Fasciculus communis und motorische Wurzeln (eigentlicher VIIter Nerv); (*22*) motorischer, (*23*) sensibler Nervus trigeminus; (*24*) VIter Nerv (Nervus abducens nach Ahlborn); (*25*) IIIter Nerv; (*26*) Corpus mammillare; (*27*) Lobus inferior; (*28*) IIter Nerv; (*29*) Nucleus taeniae; (*30*) Riechgrube; (*31*) Iter Nerv. (Nach Johnston)

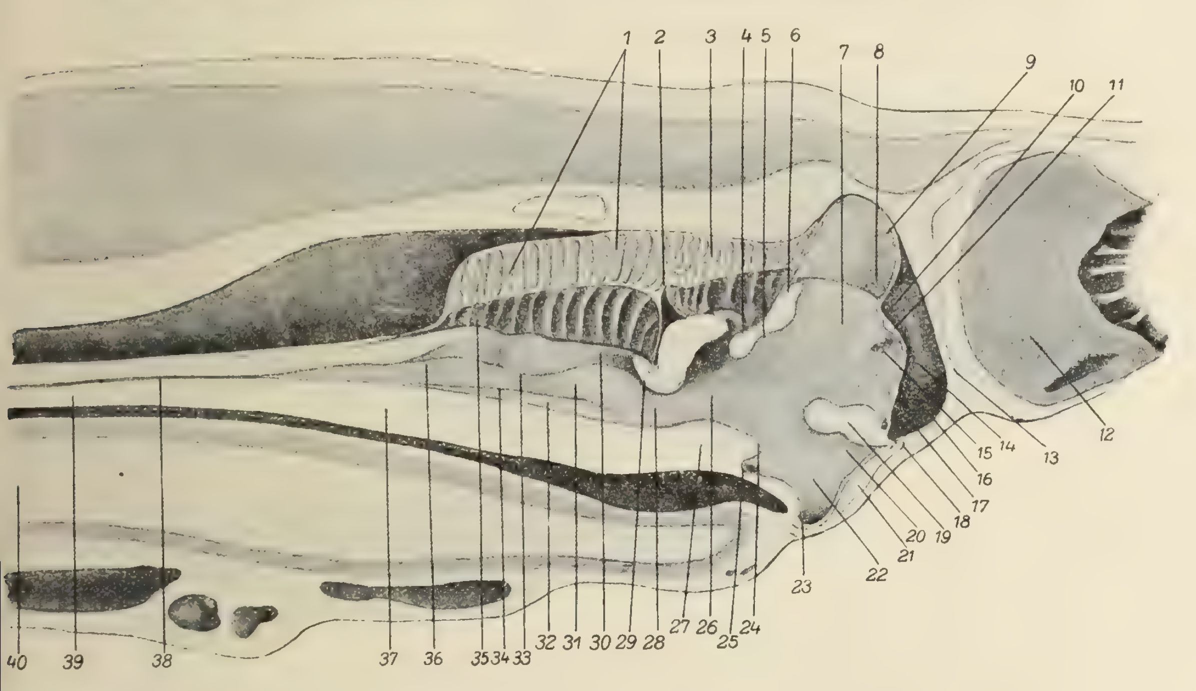


Figur 251. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: linke Hälfte der Schädelhöhle und des Gehirns eines 165 Millimeter langen Ammocoetes.* (*1*) Rückenmark; (*2*) hinterer Teil des Rhombencephalons; (*3*) Tela chorioidea des Myelencephalons; (*4*) Einfaltung zwischen Rhombencephalon und Mesencephalon; (*5*) Sulcus intraencephalicus posterior; (*6*) Tela chorioidea myelencephalica; (*7*) Commissura posterior; (*8*) Recessus pinealis; (*9*) rechtes Ganglion habenulare; (*10*) Pinealorgan; (*11*) Sulcus diencephalo-telencephalicus und Velum transversum; (*12*) Öffnung des Nasen-Gaumenganges (Ductus naso-pharyngeus); (*13*) obere Lippe; (*14*) Öffnung des Ventriculus rhinencephalicus in den Ventriculus telencephalicus; (*15*) Commissura olfactoria inferior; (*16*) Recessus praeopticus; (*17*) Vorragung des Chiasmas; (*18*) Sinus postopticus; (*19*) Infundibulum; (*20*) Hypophyse; (*21*) Tuberculum posterius; (*22*) hinterstes Tuberculum; (*23*) Basis des Rhombencephalons; (*24*) Chorda dorsalis. (Nach Sterzi)

und geht vorn gleichfalls in das Gebiet des rostralen Abschnittes des Rhombencephalons über. Dorsal von ihm streicht der hinten ganz unbedeutende, erst in der Mitte der Medulla oblongata deutlicher werdende Sulcus intermedius dorsalis, ventral der ebenfalls seichte Sulcus intermedius ventralis vorwärts, der in den rostralen Abschnitt des Rhombencephalons übergeht. Zwischen dem

Sulcus intermedius dorsalis und der Ventrikelspalte liegt der seichte Sulcus accessorius dorsalis, zwischen Sulcus intermedius ventralis und Sulcus (medianus) ventralis internus der gleichfalls sehr seichte Sulcus accessorius ventralis. Auch sie beide gehen in den rostralen Abschnitt des Rhombencephalons über.

Der mittlere Teil des medioventral vom Sulcus limitans gelegenen Ventrikelbodens ist vertieft. Diese Vertiefung wird vorn durch einen halbkugelförmigen, an der Austrittsstelle der Facialiswurzel am stärksten ausgeprägten Vorsprung, die Eminentia anterior (Lobus acusticus, Tuberculum acusticum),

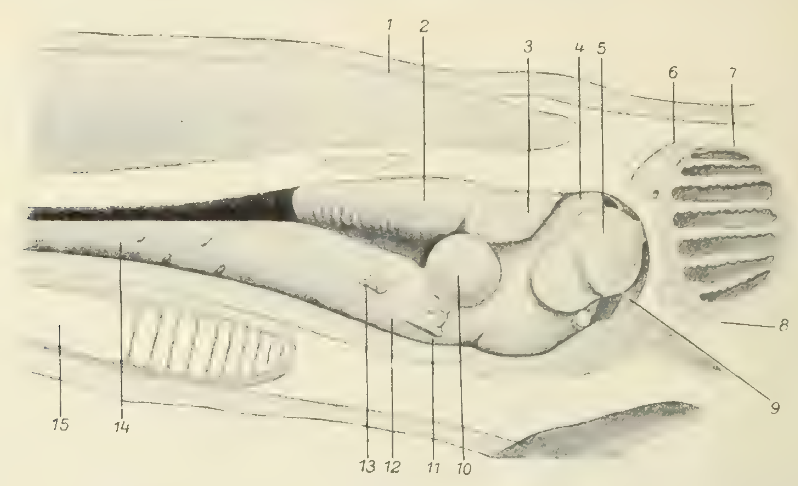


Figur 252. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *medianer Sagittalschnitt durch Schädelhöhle und Gehirn.* (*1*) Longitudinalfalten der Tela chorioidea des Myelencephalons; (*2*) Sinus chorioideus; (*3*) mediane Falten der Tela chorioidea des Myelencephalons; (*4*) Commissura posterior; (*5*) Recessus pinealis; (*6*) rechtes Ganglion habenulare; (*7*) Ventriculus diencephalicus; (*8*) Velum transversum; (*9*) Saccus dorsalis; (*10*) Lamina supraneuroporica; (*11*) Commissura olfactoria superior; (*12*) Riech-Organ; (*13*) Rhinencephalon; (*14*) Recessus neuroporicus; (*15*) Öffnung der Höhlung des linken Rhinencephalons; (*16*) Lamina terminalis; (*17*) Commissura olfactoria inferior; (*18*) Recessus praeopticus; (*19*) Vorragung des Chiasmas; (*20*) Sinus postopticus; (*21*) Hypophyse; (*22*) Infundibulum; (*23*) Saccus infundibularis; (*24*) Tuberculum posterius; (*25*) Sinus superior infundibuli; (*26*) Ventriculus mesencephalicus; (*27*) Mesencephalon; (*28*) Ventriculus metencephalicus; (*29*) Kleinhirn; (*30*) Lateralwand des Ventriculums; (*31*) laterale, (*32*) mediale Ausbuchtung des Ventrikelgrundes; (*33*) Sulcus lateralis, (*34*) Sulcus intermedius des Ventriculus myelencephalicus; (*35*) Tela chorioidea des Myelencephalons; (*36*) Ventriculus myelencephalicus; (*37*) Myelencephalon; (*38*) Zentralkanal; (*39*) Rückenmark; (*40*) Chorda dorsalis. (Nach Sterzi)

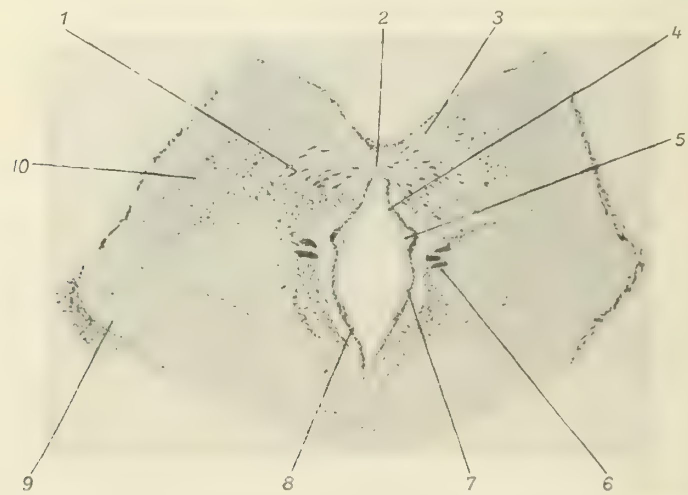
hinten durch einen viel niedrigeren Vorsprung, der in den Vorsprung des Übergangsgebietes übergeht, die Eminentia posterior (Lobus nervi vagi, Lobus vagi autorum) begrenzt.

Das dorsale Gebiet der Medulla oblongata gliedert sich in 2 Abschnitte: die zwischen dem Sulcus intermedius dorsalis und dem Sulcus dorsalis accessorius liegende Pars propria (splanchnic sensory division Johnston, mediale Assoziationszone Tretjakoff, Intermediodorsalgebiet Kuhlenbeck) und die dorsal vom Sulcus dorsalis accessorius, im rostralen Abschnitt des Rhombencephalons, im Übergangs-

gebiet und im Mesencephalon zwischen dem Sulcus (medianus) dorsalis internus und Sulcus dorsalis accessorius liegende Pars accessoria (somatic sensory division Johnston, laterale Assoziationszone Tretjakoff, Dorsalgebiet Kuhlenbeck). Auch



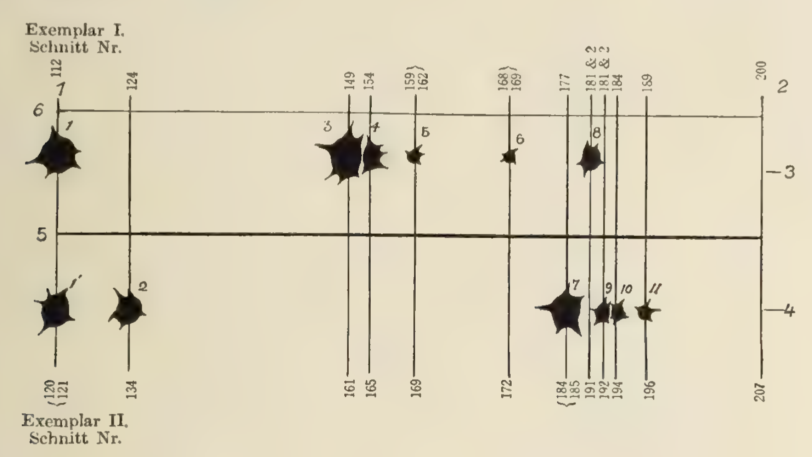
Figur 253. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Schädelhöhlen* von rechts geöffnet *mit dem Gehirn in situ.* (*1*) Kutis; (*2*) Tela chorioidea des Myelencephalons; (*3*) des Mesencephalons; (*4*) Saccus dorsalis; (*5*) Rhinencephalon; (*6*) (*7*) Knorpel der Nasenkapsel; (*8*) Geruchsorgan; (*9*) »Sichel« des Endocraniums; (*10*) Lobus opticus; (*11*) Nervus trigeminus; (*12*) laterale Ausbuchtung des Rhombencephalons; (*13*) Nervus acusticus; (*14*) Rückenmark; (*15*) Chorda dorsalis. (Nach Sterzi)



Figur 254. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *schräger Frontalschnitt durch den vorderen Abschnitt des Rhombencephalons.* (*1*) Purkinjesche Zellen; (*2*) teilweise Trochlearis-Faserkreuzung; (*3*) Cerebellarplatte (Corpus cerebelli); (*4*) Sulcus dorsalis accessorius; (*5*) Sulcus limitans; (*6*) Nervus trochlearis; (*7*) Sulcus intermedius ventralis; (*8*) Sulcus ventralis accessorius; (*9*) Nervus trigeminus; (*10*) Nucleus cerebelli. (Nach Saito)

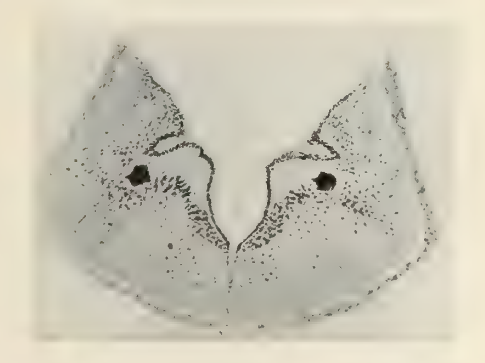
das ventrale Gebiet hat eine gleiche Gliederung in die zwischen dem Sulcus intermedius ventralis und dem Sulcus ventralis accessorius gelegene Pars propria (splanchnic motor division Johnston, dorsale motorische Zone Tretjakoff, Intermedioventralgebiet Kuhlenbeck) und die zwischen Sulcus (medianus) ventralis internus und Sulcus ventralis accessorius gelegene Pars accessoria (somatic motor division Johnston, ventrale motorische Region Tretjakoff, Ventralgebiet Kuhlenbeck).

Von hinten nach vorn liegen der Reihe nach in der Medulla oblongata folgende sensible Nervenkerne: (1) Nucleus vagi, (2) Nucleus glossopharyngei, (3) Nucleus facialis, (4) Nucleus trigemini, (5) Nuclei octavo-laterales, (6) sensible Dorsalzellen in der kaudalen Hälfte der eigentlichen Medulla oblongata und (7) Müllersche Zellen in der rostralen Hälfte der Medulla oblongata.



Figur 255. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *schematische Darstellung der Lokalisation, Größe und Distanz der Müllerschen Zellen.* Die Entfernungen zwischen den vertikalen Linien zeigen die Distanzen zwischen den einzelnen Paaren. (*1*) Commissura posterior; (*2*) kraniales Ende der hinteren viszeralen Zellsäule; (*3*) Intermedioventralgebiet; (*4*) Ventralgebiet; (*5*) Sulcus intermedius ventralis; (*6*) Sulcus limitans. (Nach Saito)

Die motorischen Kerne bilden eine hintere und eine vordere viszerale Gruppe, deren erster der Nucleus glossopharyngei und Nucleus vagi und deren zweiter der Nucleus motorius trigemini und Nucleus facialis angehören, während die Müllerschen Zellen dem Nucleus motorius tegmenti (im Koordinationszentrum) angehören. Beide viszerale Zellsäulen liegen im Intermedioventral-Gebiet, längsspindelförmig sich vom hinteren Ende der Eminentia posterior und bis etwas hinter den Calamus scriptorius erstreckend. Die hintere viszerale Zellsäule (auch Vagus-Gruppe genannt) ist der gemeinsame motorische, zum größten Teil dem Vagus, zum kleineren dem Glossopharyngeus angehörige Kern der beiden Nerven, der aus zahlreichen Zell-Gruppen besteht, deren vorderste den motorischen Glossopharyngeuskern, deren weitaus größerer hinterer Abschnitt den motorischen Vaguskern bildet. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Anteilen ist nicht zu finden. Die sich vom Vorderende der Medulla oblongata zum Vorderende der Eminentia posterior erstreckende vordere viszerale Zellsäule (auch Trigeminus-Gruppe genannt), die zum großen Teil aus dem motorischen Trigeminus-, zum kleineren aus dem motorischen Facialiskern gebildet wird und deren Grenzen gleichfalls undeutlich sind, besitzt ebenfalls große dendritenreiche, spindelförmige Ganglien-Zellen.



Figur 256. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *4tes Müllersches Zell-Paar.* (Nach Saito)

Der Nucleus reticularis (Nucleus motorius tegmenti) besteht aus (a) den Müllerschen Zellen, die im Intermedioventral-Gebiet und in der Pars propria des Ventralgebietes liegen, und (b) dem mittel- und kleinzelligen, hauptsächlich in der medialen Pars propria, ein wenig in der ventralen Pars accessoria sowie im Intermedioventral-Gebiet, lateral von den Zellmassen der beiden viszeralen Zellsäulen gelegenen Anteil des Nucleus reticularis tegmenti. Seine Zellen sind dendritenreiche Spindel-Zellen.

Die Müllerschen Zellen sind nur auf das Mesencephalon und Rhombencephalon beschränkt, liegen immer ventral vom Sulcus limitans, im Mesencephalon mehr dorsal,

also im Intermedioventral-Gebiet, im Rhombencephalon mehr ventral, also im Ventralgebiet, und finden sich in dem Bereich zwischen der Commissura posterior und dem Vorderende der hinteren viszeralen Zellsäule. Es sind 11 Zell-Paare, von denen das 1te ein Doppel-Paar ist, so daß sich also 24 Müllersche Zellen, im ganzen 12 auf jeder Seite, ergeben. Entsprechend ihrer Lagerung können sie in 3 Gruppen geteilt werden: die Mesencephalon-Gruppe, bestehend aus dem 1ten Doppel-Paar und dem 2ten Paar, die rostrale Rhombencephalon-Gruppe, die bloß das 3te Paar umfaßt, und die kaudale Rhombencephalon-Gruppe (Oblongata-Gruppe) mit den restlichen Zell-Paaren. In dieser Gruppe läßt sich abermals eine Dreiteilung in eine vordere, aus dem 4ten und 5ten Paar bestehende Unter-Gruppe, eine mittlere, nur aus dem 6ten, und eine hintere, aus dem 7ten bis 11ten Paar bestehende erkennen. Die Zellen liegen in sehr verschiedener Entfernung voneinander (Figur 255): das 2te und 3te Paar ist am weitesten voneinander entfernt, zwischen dem 9ten und 10ten ist der kleinste Zwischenraum; das 3te Paar besteht aus den größten, das 6te aus den kleinsten Zellen. Die ventralen Zellen des 1ten Doppel-Paares, das 2te, 7te, 9te und 10te Paar liegen im ventralen, alle anderen im Intermedioventral-Gebiet

Figur 257. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Müllerscher Kern des Mittel- und Hinterhirns.* Nach Sagittalschnitten kombiniert. (*1*) Tuberculum posterius; (*2*) Recessus mammillaris. Kleine Buchstaben: (*1*) Vagusgruppe; (*2d*) dorsale Reihe; (*2v*) ventrale Reihe der Acusticus-Gruppe; (*3d*) dorsale Reihe, (*3v*) ventrale Reihe der Trigeminus-Gruppe; (*4*) Trochlearis-Gruppe; (*5*) Isthmus-Gruppe; (*6d*) vorderste Zelle des Mittelhirns (dorsale Reihe); (*6v*) mesencephalische Gruppe (ventrale Reihe). (Nach Tretjakoff)

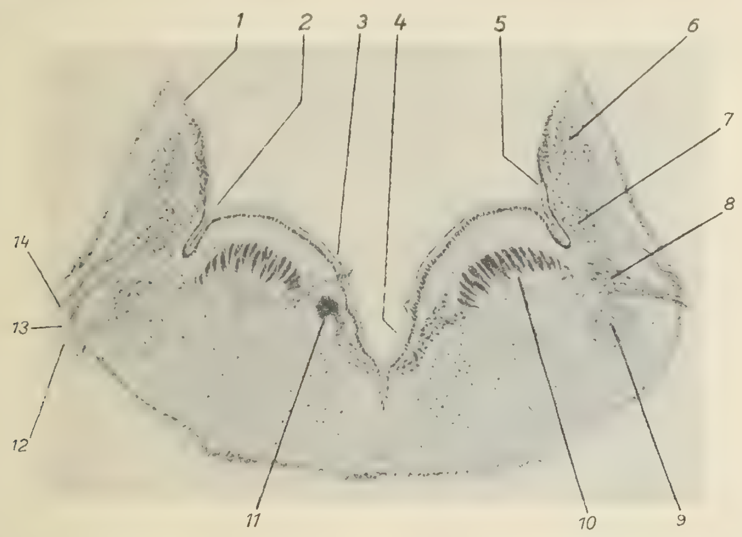
Zwischen der Auffassung Saitos und der anderer Autoren (Ahlborn, Tretjakoff, Johnston und anderer) finden sich im einzelnen Unterschiede bezüglich Lage, Zahl und Größe der Müllerschen Zellen, die wenigstens zum Teil vielleicht auf die spezifische Verschiedenheit der von den verschiedenen Forschern untersuchten Tiere zurückzuführen sind.

Die Anordnung der sensiblen Kerne ergibt von hinten nach vorn folgendes Bild. Der große sensible Kern des Vagus-Nerven, der ja den Tastsinn der äußeren und Schleimhaut und den Geschmackssinn leitet, liegt im Gebiet des kaudalen Wurzelaustrittes seines Nerven im ventrolateralen Teil der Intermediodorsal-Region und erstreckt sich vom Vorderende der Eminentia posterior bis etwas hinter den Calamus. Er hat mittelgroße, spindelförmige Ganglien-Zellen und berührt vorn in undeutlicher Abgrenzung in seinem oberen Teil den hinteren unteren Teil des Nucleus glossopharyngeus. Dieser liegt gleichfalls im Gebiet des hinteren Wurzelaustritts seines Nerven, hauptsächlich im mittleren Teil des Intermediodorsal-Gebietes, erstreckt sich vom Vorderende der Eminentia posterior bis weit hinter den Calamus und hat zahlreiche spindelförmige Ganglien-Zellen. Durch die Vermischung seines vorderen Mittelteils mit dem sensiblen Facialis-Kerne wird er dort in eine kleinere Pars dorsalis und eine größere Pars ventralis geteilt.

Der große, im Gebiet des Trigeminus-Austrittes im ventrolateralen Teil des Intermediodorsal-Gebietes gelegene, zahlreiche spindelförmige Ganglien-Zellen enthaltende

Nucleus trigemini berührt mit seinem ventralen Teil den lateralen des Facialis gleichfalls in unscharfer Grenze. Kleiner als er ist der im Wurzelaustrittsgebiet seines Nerven gelegene Nucleus facialis.

Alle diese Nuclei liegen zwischen dem Sulcus limitans und dem Sulcus intermedius dorsalis. Die zwischen dem Vorderende der eigentlichen Medulla oblongata und dem Quintuswurzelaustritt liegenden, in der Eminentia anterior einen großen Komplex bildenden, vorn und dorsal vom Corpus cerebellare bedeckten, vorn in den Nucleus cerebellaris übergehenden Nuclei lateralis et octavi, teilen sich in den dorsolateralen Kern (dorsalen Kern der Autoren), der in der dorsalen Pars propria zwischen Sulcus dorsalis accessorius und Sulcus intermedius dorsalis liegt, aus wenigen kleinen rundlichen Ganglien-Zellen besteht und hauptsächlich den Nervus lateralis anterior, sowie einen kleinen Teil des Nervus lateralis posterior aufnimmt; den großen supraintermediodorsalen Kern (medialen Kern der Autoren), der, gleichfalls aus wenigen kleinen, rundlichen



Figur 258. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch die Wurzelaustrittsgegend des Nervus lateralis und Nervus octavus des Rhombencephalons.* (*1*) Sulcus dorsalis accessorius; (*2*) Sulcus limitans; (*3*) Sulcus intermedius ventralis; (*4*) Sulcus ventralis accessorius; (*5*) Sulcus intermedius dorsalis; (*6*) dorsolateraler Kern; (*7*) supraintermediodorsaler Kern; (*8*) infraintermediodorsaler Kern; (*9*) Nervus V (Trigeminus); (*10*) vordere viszerale Zellsäule; (*11*) 7te Müllersche Zelle; (*12*) Nervus VIII (acusticus); (*13*) Nervus lateralis posterior; (*14*) Nervus lateralis anterior. (Nach Saito)

Ganglien-Zellen bestehend, im dorsomedialen Teil des Intermediodorsal-Gebietes zwischen Sulcus intermedius dorsalis und Sulcus limitans liegt und den größten Teil des Nervus lateralis posterior, sowie einen kleinen Teil des Nervus lateralis anterior aufnimmt; und den sehr großen infraintermediodorsalen Kern (ventralen Kern der Autoren), der im lateroventralen Teil des Intermediodorsal-Gebietes zwischen Sulcus limitans und Sulcus intermedius dorsalis am lateralen Rand des Gehirns und dorsolateral von der Quintuswurzel liegt und aus einer dorsalen und ventralen Gruppe spindelförmiger Zellen besteht. Vorn gehen die beiden erstgenannten Kerne in den Nucleus cerebellaris über, während sich hinten die beiden letztgenannten vereinigen und an den Nucleus trigemini und facialis angrenzen. Die in der Medulla oblongata liegenden rundlichen oder spindelförmigen sensiblen Dorsalzellen, die etwas größer als die des Übergangsgebietes sind, erstrecken sich von der Eminentia posterior bis zum Übergangsgebiet, meist paarweise, jedoch rechts immer zahlreicher als links, stets unmittelbar vom Ependym, zwischen Sulcus intermedius dorsalis und Sulcus limitans. — Die Nuclei octavo-laterales verlaufen als 3 absteigende Bündel von Wurzelfasern in der Flügelplatte, die entsprechenden sensiblen Kerne liegen ihnen an.

Der rostrale Abschnitt des Rhombencephalons gliedert sich in 2 Teile: (1) in die sehr kleine, ventral vom Cerebellum und vom Isthmus rhombencephali und rostral von der eigentlichen Medulla oblongata gelegene Pars ventralis metencephali,

deren ventrale Fläche sich von oben vorn nach hinten abwärts neigt und einen im vorderen Teil der Brückenkrümmung entspringenden Vorsprung besitzt. Vor diesem liegt der Isthmus rhombencephali, median durchzieht ihn die Fissura mediana ventralis. Rostrodorsal liegt der Sulcus posttectalis zwischen Pars ventralis metencephali und Mesencephalon. Zwischen Dorsalfläche und dem Cerebellum liegt das Velum medullare anterius.



Figur 259. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Sagittalschnitt durch das Gehirn mit den Purkinjeschen Zellen.* (1) Schädelknorpel; (2) Plexus chorioideus; (3) Cerebellum; (4) Molekularschicht; (5) Purkinjesche Zellen; (6) Rhombencephalon; (7) Körnerschicht; (8) Mesencephalon; (9) Tectum opticum. (Nach Saito)

(2) Den Isthmus rhombencephali, ventral vom Cerebellum, vor der sogenannten »Brückenkrümmung«. Median zieht die Fissura mediana ventralis (isthmi) vorwärts, immer seichter werdend und am vorderen Isthmusende gänzlich verschwindend. Die Lateralfläche ist 3-eckig. Zwischen dem Mesencephalon und dem Isthmus liegt der ventrale Teil des Sulcus posttectalis, der schließlich auf dem ventralen Teil verstreicht.

Der sehr kleine Ventrikel dieses Abschnittes ist dorsoventral verlängert. Im Ventrikeldach verläuft der bogenförmige Sulcus (medianus) dorsalis internus weiter vorwärts und setzt sich auf das Mesencephalon fort. Von den übrigen, schon im Gebiet der Medulla oblongata vorhandenen und dort genannten Sulci zieht der Sulcus dorsalis accessorius zunächst abwärts, dann wieder aufwärts und verschwindet vorn in der Zerebellar-Platte. Der viel tiefere Sulcus intermedius dorsalis zieht ventral parallel zu ihm, desgleichen der tiefe Sulcus limitans; ventral von ihm der seichte Sulcus intermedius ventralis als kaum sichtbare Furche; schließlich der sehr tiefe, mediane Sulcus (medianus) ventralis internus. Nach vorn wird auch er seichter und geht in den gleichen Sulcus des Mesencephalons über. Dorsal von ihm streicht der seichte Sulcus ventralis accessorius fast horizontal bis zur Mitte dieses Abschnittes und von da, noch mehr verflachend, aufwärts nach vorn, wo auch er in den gleichnamigen Sulcus des Mesencephalons übergeht.

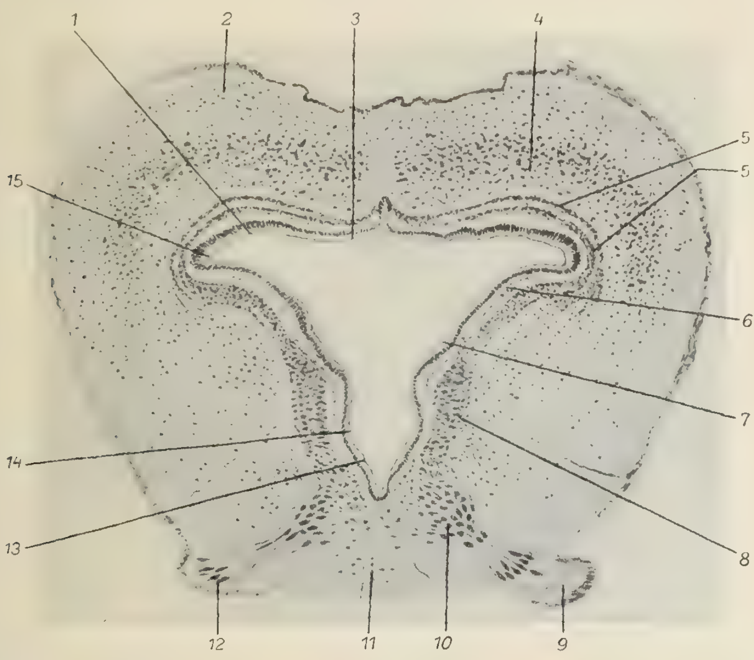
Das Längszonen-System entspricht ungefähr dem der Medulla oblongata.

Von Kernen finden wir nur den Nucleus trochlearis zwischen Sulcus limitans und Sulcus intermedius ventralis, der zahlreiche dendritenreiche, spindelförmige Ganglien-Zellen aufweist.

Cerebellum

Das Cerebellum ist wie *bei allen Cyclostomen* paarig angelegt und besteht aus 2 in der Medianlinie stumpfwinkelig zusammentreffenden, mit der

Spitze rostralwärts gerichteten Platten. Seine dorsale Fläche bedeckt den rostralen Teil des 4ten Ventrikels. Von oben ist es median vertieft und zeigt einen hier seichten Sulcus, der vorn in den Sulcus (medianus) dorsalis externus des Mesencephalons übergeht. Die Lateralfläche ist ventrodorsal verlängert, springt in ihrem Mittelteil stark vor und hat in der Nähe ihres dorsalen Endes eine starke Vertiefung. Ventral von dieser tritt die Trochleariswurzel aus. Zwischen dem



Figur 260. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch die Wurzelaustrittsgegend des Nervus oculomotorius des Mesencephalons.* (*1*) Sulcus intermedius dorsalis; (*2*) äußere Schicht des Tectum opticum; (*3*) Sulcus dorsalis accessorius; (*4*) innere Schicht des Tectum opticum; (*5*) Flügelplatte; (*6*) Torus semicircularis; (*7*) Sulcus limitans; (*8*) Grundplatte; (*9*) Nervus oculomotorius; (*10*) zentraler Teil des Oculomotorius-Kerns; (*11*) Nucleus interpeduncularis; (*12*) peripherer Teil des Oculomotorius-Kerns; (*13*) Sulcus ventralis accessorius; (*14*) Sulcus intermedius ventralis; (*15*) Sulcus lateralis mesencephalicus. (Nach Saito)

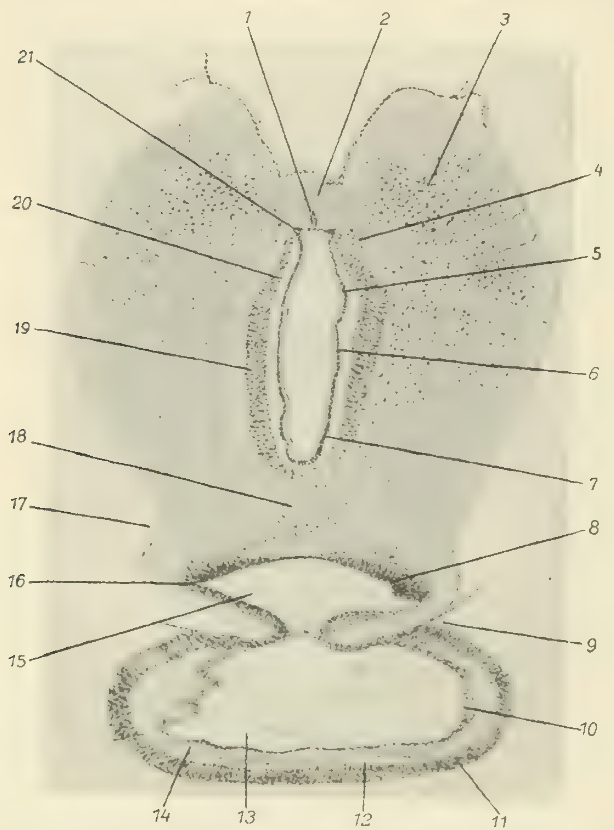
rostralen Abschnitt des Rhombencephalons und dem Mesencephalon findet sich eine scharfe Grenze, die den Sulcus posttectalis bildet.

Von Kernen finden sich im Cerebellum: (1) Der Nucleus cerebellaris, die Fortsetzung des Deitersschen Kernes, der in den rostralen Abschnitt des Rhombencephalons und zum Teil in den der Medulla oblongata übergeht und aus sehr zahlreichen Zellen gebildet wird. Lateral schließt er an die Purkinjeschen Zellen, ventrokaudal an das Vorderende der vorderen viszeralen Zellsäule an. (2) Die eine Zellsäule bildenden Purkinjeschen Zellen, die kaudal in den Deitersschen Kern übergehen (Figur 254, 259).

Mesencephalon

Die vordere Grenze des Mesencephalons bildet dorsal das Vorderende der Commissura posterior, ventral das Vorderende des Tuberculum posterius, die hintere obere Grenze entspricht dem Vorderende des Cerebellums. Sie geht in den auf dem Grenzteil des Isthmus rhombencephali und Cerebellums ziehenden Sulcus posttectalis über. Der hintere Teil der dorsalen Mesencephalonfläche ist kugelförmig vorgewölbt. Auf seiner Hinterhälfte liegt median der hinten mit dem dorsal eingesunkenen Teil des Cerebellums sich vereinigende Sulcus (medianus) dorsalis externus, der vorn im Gebiet des Ventriculus mesencephali verschwindet. Etwa von seiner Mitte zweigt der seichte Sulcus dorsolateralis

externus ab, und zwischen ihm und dem erstgenannten der gleichfalls seichte Sulcus intermedio-lateralis. Auch sie enden in der Gegend des Ventriculus mesencephali. Das Gebiet zwischen den beiden letztgenannten Sulci ist strangartig vorgewölbt zur Eminentia tecti (dorsalis), deren Vorderende in der Öffnung des Ventriculus mesencephali verschwindet. Die laterale Fläche ist vorn durch den zwischen Diencephalon und Mesencephalon verlaufenden Sulcus praetectalis begrenzt, der vorn an den beiden lateralen Seiten der Commissura posterior, ventral am Corpus mammillare und dem Tuberculum posterius endet. Etwa dorsal von der Mitte des Sulcus praetectalis liegt die von der Mitte seitlich abwärtsziehende Trochleariswurzel. Auch die Ventralfläche ist vorgewölbt; zwischen ihr und der lateralen Fläche liegt der Austritt der Oculomotoriuswurzel.

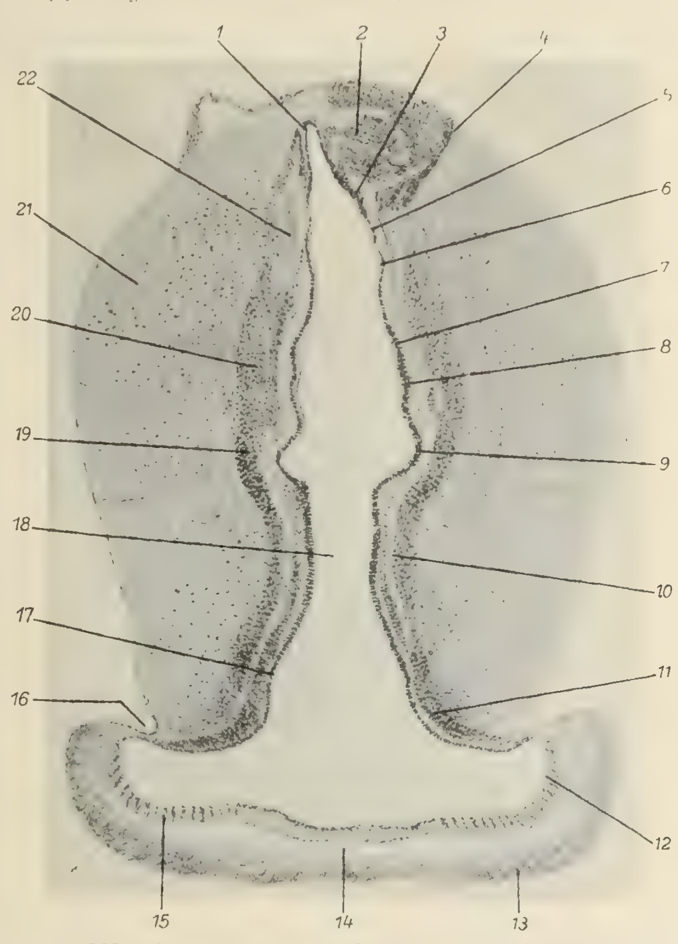


Figur 261. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch die Commissura posterior des Mesencephalons.* (*1*) Sulcus medianus dorsalis internus; (*2*) Commissura posterior; (*3*) Nucleus commissurae posterioris; (*4*) rostrales Ende des Tectum opticum; (*5*) Sulcus lateralis mesencephali; (*6*) Andeutung des Sulcus limitans; (*7*) Andeutung des Sulcus intermedius ventralis; (*8*) Sulcus lateralis infundibuli; (*9*) Sulcus ventralis mammillaris; (*10*) Sulcus recessus hypophyseis; (*11*) Adenohypophyse; (*12*) Cavum interhypophyseum; (*13*) Recessus hypophyseis (Stendell); (*14*) Neurohypophyse; (*15*) Recessus mammillaris; (*16*) Sulcus mammillaris lateralis; (*17*) Sulcus hypothalamicus externus; (*18*) Nucleus recessus mammillaris; (*19*) oraler Beginn der Grundplatte des Mesencephalons; (*20*) Übergang des Thalamus dorsalis in die Flügelplatte des Mesencephalons; (*21*) Andeutung der Vereinigung des Sulcus dorsalis accessorius mit dem Sulcus intermedius dorsalis. (Nach Saito)

Zwischen Tectum opticum und Commissura posterior liegt der Ventriculus mesencephali, der »T«-förmigen Querschnitt besitzt und um die vordere Fortsetzung des Sulcus (medianus) internus und des Sulcus (medianus) ventralis internus weiterverläuft, von denen der zweite vorn in der Gegend des Tuberculum posterius in den Ventrikel des Diencephalons ausmündet. Der Sulcus limitans hängt vorn mit dem dorsaleren Teil des Tuberculum posterius zusammen und verschwindet dorsal vom Sulcus intermedius ventralis. Zwischen Sulcus limitans und Sulcus (medianus) dorsalis internus liegt der tiefe Sulcus lateralis mesencephali, der sich seitlich horizontal ausbreitet und sich mit dem Ventriculus mesencephali verbindet, um noch weiter vorn am rostralen Ende des Mesencephalons zu verschwinden. Dorsal von ihm liegt der Sulcus ventralis accessorius. Dorsal vom Sulcus limitans zieht der gleichfalls seichte Sulcus intermedius dorsalis vorwärts, dorsal vom Sulcus lateralis mesencephali

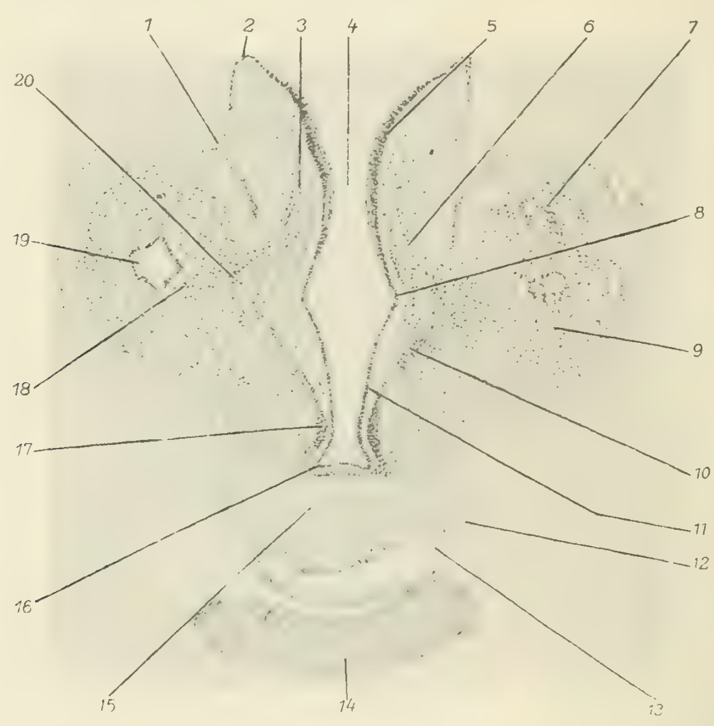
der ebenfalls seichte Sulcus dorsalis accessorius, der an der vorderen Spitze des Sulcus intermedius dorsalis verschwindet.

Das Mesencephalon wird in dieselben Gebiete geteilt wie die Medulla oblongata. An Kernen finden sich in ihr: (1) Die aus kleinen rundlichen, dichter als im Tectum opticum liegenden Zellen zusammengesetzte Flügelplatte. (2) Das hinten in die Zerebellarplatte, vorn seitwärts in das Corpus geniculatum laterale, vorn in den Thalamus übergehende Tectum opticum, dessen kleine, rundliche Zellen sich in 2 Schichten, einer inneren und einer äußeren, anordnen. In der Gegend der Commissura posterior fließen diese zu einer einzigen kleinen, dicken Schicht zusammen, die sich nach vorn als Nucleus praetectalis mit dem Hinterteil des Thalamus dorsalis des Diencephalons vereinigt. (3) Der eine Zellmasse bildende, aus den kleinen rundlichen Zellen des Ventralteils der Flügelplatte bestehende Torus semicircularis, der den Nucleus mesencephali lateralis und das Ganglion mesencephali laterale enthält, zwischen Sulcus lateralis mesencephali und Sulcus limitans liegt und an den ventromedialen Teil des Tectum opticum grenzt. (4) Der zwischen dem Sulcus intermedius ventralis und Sulcus ventralis accessorius in der Pars propria des Ventralgebietes, etwas vor der Austrittsstelle der Oculomotoriuswurzel und zwischen 1tem und 2tem Müllerschem Zellen-Paar gelegene Nucleus oculomotorius. Er besitzt einen peripheren und einen zentralen Teil, die im allgemeinen scharf voneinander geschieden sind und von denen der erste, aus dendritenreichen, multipolaren Zellen angeordnet, etwas hinter dem zentralen liegt und den peripheren Teil der Pars propria des Ventralgebietes einnimmt, während der zweite aus ähnlichen, dichter angeordneten und zahlreicheren Zellen besteht und den dorsalen und zentralen Teil der Pars propria des Ventralgebietes bildet. Er ist sehr breit und reicht bis an die ventrale Fläche des Ventriculus. (5) Der zwischen Sulcus lateralis mesencephali und Sulcus dorsalis accessorius, ventrolateral von der Commissura posterior gelegene Nucleus commissurae posterioris, der hinten den rostrodorsalen Teil



Figur 262. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch die Mittelgegend der Pars posterior des Thalamus ventralis des Diencephalons nach Entfernung des Plexus chorioideus.* (*1*) Sulcus interhabenularis; (*2*) Ganglion habenulae; (*3*) Sulcus intrahabenularis; (*4*) Sulcus subhabenularis externus; (*5*) Sulcus diencephalicus dorsalis; (*6*) Sulcus dorsalis accessorius; (*7*) Sulcus ventralis accessorius; (*8*) Sulcus diencephalicus medius; (*9*) Sulcus diencephalicus ventralis; (*10*) Pars superior hypothalami; (*11*) Pars inferior hypothalami; (*12*) Übergang des Sulcus recessus hypophyseis in den Sulcus ventralis hypothalami; (*13*) Adenohypophyse; (*14*) Cavum interhypophyseum; (*15*) Neurohypophyse; (*16*) Sulcus hypothalamicus externus; (*17*) Sulcus lateralis infundibuli; (*18*) Aditus infundibuli; (*19*) Thalamus ventralis; (*20*) Thalamus dorsalis; (*21*) Corpus geniculatum laterale; (*22*) Fasciculus retroflexus. (Nach Saito)

des Tectum opticum, vorn den kaudodorsalen des Thalamus berührt und aus kleinen, rundlichen, diffus verteilten Zellen besteht. (6) Der in der Medianlinie des mittleren Abschnittes der Mittelhirnhaube gelegene unpaarige Nucleus interpeduncularis, der sich aus der Gegend unmittelbar vor dem Oculomotoriuskern und der Oculomotoriusfaserung bis in die Gegend des Hinterendes des zentralen Oculomotoriuskerns erstreckt und aus kleinen, unregelmäßig verstreuten Zellen besteht (gekreuzter Kern des Fasciculus retroflexus der Autoren). (7) Der Nucleus reticularis und die Müllerschen Zellen, die im Mesencephalon, wie schon erwähnt, nur im Intermedioventralgebiet und der Pars propria des Ventralgebietes auftreten.

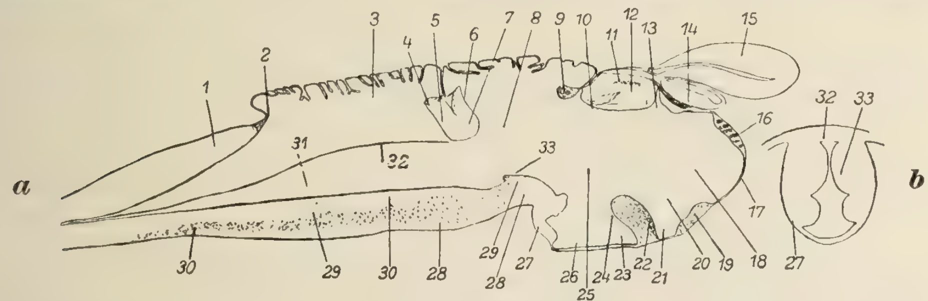


Figur 263. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch die Gegend zwischen rostralem Epiphysenteil und Kaudalteil des Recessus praeopticus*; der Plexus chorioideus ist entfernt. (*1*) Sulcus telencephalo-diencephalicus; (*2*) Sulcus thalamo-parencephalicus; (*3*) Thalamus ventralis; (*4*) Ventriculus thalami anterior; (*5*) Eminentia thalami; (*6*) Pars thalami reuniens; (*7*) Nucleus pallialis (Pallium); (*8*) Sulcus diencephalicus ventralis; (*9*) Nucleus basalis; (*10*) Pars hypothalami reuniens; (*11*) Sulcus praeopticus verticalis; (*12*) Nervus opticus; (*13*) oraler Beginn des Recessus postopticus; (*14*) Hypophyse; (*15*) Chiasma opticum; (*16*) Sulcus praeopticus lateralis; (*17*) Hypothalamus; (*18*) Pars telencephali reuniens; (*19*) Recessus posterior; (*20*) Massa cellularis reuniens. (Nach Saito)

Di-encephalon

Das Diencephalon wird vom Mesencephalon durch eine vom vorderen Ende der Commissura posterior längs des Sulcus praetectalis zum Hinterende des Tuberculum posterius verlaufende Linie, sowie vom Telencephalon durch eine von der Spitze des Sulcus diencephalicus ventralis dorsalwärts zur Commissura dorsalis und ventralwärts zur Commissura anterior längs der Fissura telencephalo-diencephalica ziehende Linie getrennt. Seine laterale Fläche trägt in der Nähe der Mitte eine breite Vorwölbung. An der Vorderseite des Corpus geniculatum laterale (siehe dort) liegt ein durch den medialwärts eindringenden Lobus olfactorius in 2 Teile: das dorsal vom Hinterteil dieses Lobus gelegene Tuberculum thalami und das ventral von ihm gelegene Tuberculum hypophthalmi, geteilter Vorsprung. Der dorsale Teil des ersten schließt sich dem vorderen Teil des Lobus subhabenularis an.

Die dorsale Fläche wird durch 5 besondere Teile gebildet. (a) Das in seinem Mittelteil zur Eminentia habenularis vorgewölbte Ganglion habenulae. Zu beiden Seiten des Bodens dieser Eminentia verläuft der Sulcus habenularis, der nach vorn aufwärts zum Sulcus praehabenularis zieht. (b) Vom lateralen Teil des Ganglion habenulae wird durch den Sulcus subhabenularis externus getrennt der Lobus subhabenularis, der hinten an beiden lateralen Flächen der Commissura posterior vom Seitenteil des Sulcus habenularis beginnt und sich vorn an beiden Seiten des Sulcus praehabenularis mit dem Sulcus parencephalicus ventralis verbindet. Rechts ist sowohl das Ganglion habenulare als der Lobus subhabenularis deutlicher und größer als links. Rechts zwischen Sulcus habenularis und Sulcus subhabenularis externus erhebt sich eine turmartige Vorwölbung, der Processus habenularis impar. Die Commissura habenularis der Autoren wird von Saito als



Figur 264. Cyclostoma. — *Lampetra wilderi* (Gage): ***a** medianer Sagittalschnitt durch das Gehirn* zur Darstellung der Form der Hohlräume und Lage der Kommissuren; ***b** Horizontalschnitt durch die Lobi inferiores.* (*1*) Lobus vagi; (*2*) Commissura infima Halleri; (*3*) Plexus chorioideus; (*4*) Commissura cerebellaris; (*5*) Cerebellum; (*6*) Dorsalhorn; (*7*) Tectum opticum; (*8*) Aquaeductus Sylvii; (*9*) Commissura posterior; (*10*) Meynertsche Bündel; (*11*) Commissura superior; (*12*) Ganglion habenulae; (*13*) XIIter Nerv (nach Retzius); (*14*) Purkinjesche Zellen; (*15*) Epiphyse; (*16*) Commissura olfactoria; (*17*) Lamina terminalis; (*18*) Vorderhirnventrikel; (*19*) Commissura anterior; (*20*) Tractus lobo-epistriatus; (*21*) Recessus praeopticus; (*22*) Chiasma nervi optici; (*23*) Recessus postopticus; (*24*) Decussatio postoptica; (*25*) IIIter Nerv (Nervus oculomotorius); (*26*) Saccus vasculosus; (*27*) Corpus mammillare; (*28*) Decussatio der Meynertschen Bündel; (*29*) Neuriten der Spindel-Zellen; (*30*) Innere Fibrae arcuatae; (*31*) Nervus trochlearis (IVter); (*32*) Reißnerscher Faden; (*33*) Decussatio des IIIten Nerven. (Nach Johnston)

Commissura habenularis anterior der Commissura habenularis posterior gegenüber gleichgestellt. (c) Der besonders in der Mitte dorsalwärts stark vorgewölbte Saccus dorsalis (Parencephalon). Ventral zwischen ihm und (a) liegt der Sulcus praehabenularis, dorsal besitzt er eine Medianfurche. Zwischen dem Ventralrand der konvexen Lateralfläche und dem Tuberculum thalami liegt der Sulcus parencephalicus ventralis. Auch die fast senkrechte Vorderfläche ist konvex. Die Wand des Parencephalons ist fast überall glatt. Ihr kaudaler Abschnitt heftet sich am rostro-dorsalen Teil des Ganglion habenulare an, ihr lateraler am Tuberculum thalami; am Velum transversum geht sie in die Lamina terminalis über (siehe Telencephalon). Vom Mittelteil der Dorsalfläche des Parencephalons steigt etwas nach rechts abbiegend (d) der vertikale Epiphysenstiel auf, dessen sehr schmal werdendes, laminöses Hinterende in das vordere, mediale des rechten Ganglion habenulae übergeht. An der dorsalen Spitze des Parencephalons verdickt er sich zur (e) Epiphyse (Pinealorgan, siehe dort), die gleichfalls nicht median, sondern etwas rechts auf dem Parencephalon aufliegt, eine dorsoventral abgeplattete Kugelform besitzt und mit ihrem ventralen Teil das Parencephalon berührt. Zwischen ihr und diesem letzteren befindet sich eine sehr tiefe Grenzfurche.

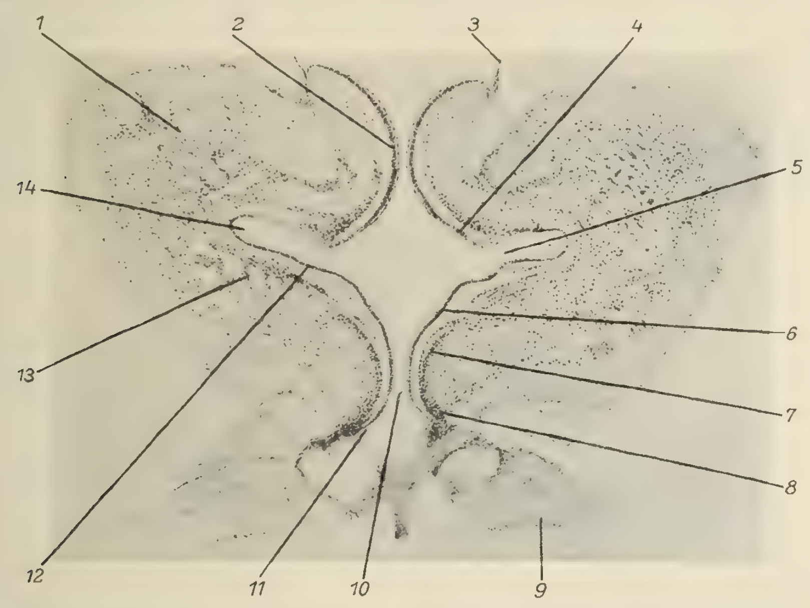
Die kaudale Hälfte der Lateroventralfläche stellt das Corpus geniculatum laterale dar, während der dorsale Teil der rostralen Hälfte das schon erwähnte Tuberculum thalami bildet. An ihm findet sich der ventrale Vorderteil des Chiasma opticum, das Saito zum Diencephalon rechnet. Am ventralen Rand des Tuberculum hypophthalmicum liegt der tiefe Sulcus hypophthalmicus externus, der hinter dem hinteren Ende der Commissura postinfundibularis beginnt, bis zur Commissura postoptica vorwärts streicht und in seinen beiden hinteren Dritteln zwischen Lobus hypothalami und Neurohypophyse, mit seinem vorderen zwischen dem ersteren und der Adenohypophyse verläuft.

An der lateroventralen Fläche sind zu unterscheiden (a) die Neurapophyse (Hirnteil der Hypophyse nach Stendell), eine am ventralen Ende des Lobus hypothalami vom Infundibulum lateral vorspringende Aussackung, die mit ihrer ventralen Fläche die Adenohypophyse berührt. An ihrem lateroventralen Ende liegt der längsziehende Sulcus ventralis infundibuli, der, kaudal von der Commissura postinfundibularis ausgehend, bis zur Commissura praeinfundibularis streicht. Die Seitenwand des Infundibulums ist aufgetrieben und durch den Sulcus verticalis hypothalami in 2 Vorsprünge geteilt, die Eminentia infundibuli anterior und die kleinere Eminentia infundibuli posterior. (b) Die Adenohypophyse; sie liegt ventral von (a), ist dorsal konkav, lateral konvex und hat eine flache Tellerform. Vorn erreicht sie den ventralen Teil des Chiasma opticum, hinten den rostroventralen Teil des Corpus mammillare. Ihre Berührungsfläche gegen (a) ist unregelmäßig gezackt. Zwischen (a) und (b) liegt das Cavum interhypophyseum. (c) Das kleine, oben konkave und halbmondförmige Corpus mammillare. Es berührt das Hinterende des Lobus hypothalami, sein dorsaler Teil das Tuberculum posterius, der vordere den Lobus infundibuli und der rostroventrale die Hypophyse. Dorsal verläuft der Sulcus transversus dorsalis mammillaris zwischen ihm und dem Tuberculum posterius in transversaler Richtung und vereinigt sich lateral mit dem Hinterteil des Sulcus hypothalami externus; in seiner dorsalen Mittellinie zieht der kurze Sulcus medianus dorsalis mammillaris externus. Die nach unten vorgewölbte Ventralfläche des Corpus ist glatt.

Der 3te Ventrikel, der auf das Gebiet des Mesencephalons entfällt, teilt sich in den im Parencephalon liegenden Ventriculus parencephalicus und den zwischen den beiderseitigen Eminentiae thalami liegenden Ventriculus thalami anterior. Die Ganglia habenularum der beiden Körperseiten, zwischen denen eine dorsalwärts tief eindringende, schmale Längsspalte, das Spatium (Ventriculus, Sulcus) interhabenulare dahinzieht, vereinigen sich an der Commissura habenularis anterior miteinander.

Dem Gebiet des Ganglion habenulare gehört der ventral von ihm liegende und in die Commissura habenularis anterior eintretende Sulcus diencephalicus dorsalis an, der in der vorderen Spitze des Ganglion habenulae verstreicht, ferner der ventral von ihm liegende, seichte Sulcus accessorius dorsalis thalami dorsalis, der rechts ventraler verläuft und tiefer ist als links und vorn rechts am oberen Hinterrand des Ventriculus thalami anterior, links am Vorderende des Ganglion habenulae verläuft. Zwischen dem Sulcus diencephalicus und dem oberen Rand des Spatium interhabenulare zieht der seichte, bogenförmige Sulcus intrahabenularis parallel mit dem ersten, der vom Fasciculus retroflexus gekreuzt wird; dessen Hinterende beginnt dorsal und etwas medial vom Hinterende dieses

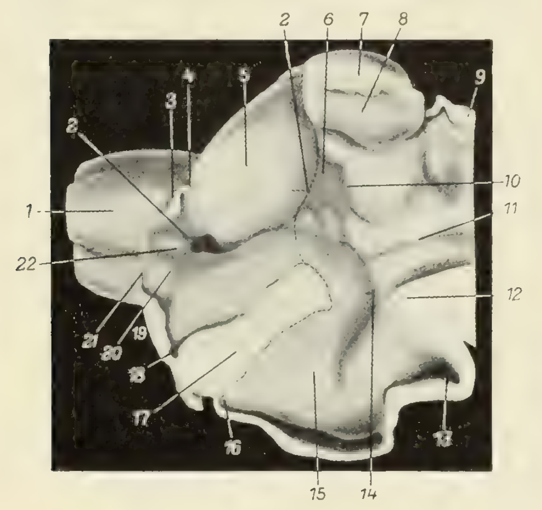
Sulcus und er verstreicht am vorderen Ende der linken Habenula. Der rechte Sulcus intrahabenularis ist viel tiefer und länger als der linke. Sein Hinterende liegt viel ventraler, und er zieht bis zum Vorderende der rechten Habenula. Der Grund hierfür liegt in einem starken Wachstum der Ganglia habenulae in ventromedialer Richtung. Von der Mitte des Hinterteils des Diencephalons beginnt der ungefähr auf dem Mittelteil des Thalamus (siehe dort) längsziehende, besonders in seiner vorderen Hälfte sehr tiefe Sulcus diencephalicus medius, der ventral von der Commissura habenulae anterior aufwärts steigt und dessen Vorderteil den Sulcus diencephalicus ventralis zum tiefen Pseudosulcus verbindet, einer sehr tiefen Falte der Ventrikelfläche, die dort durch den afferenten und efferenten Faserzug des Tractus olfacto-thalamicus-olfacto-hypothalamicus geformt wird.



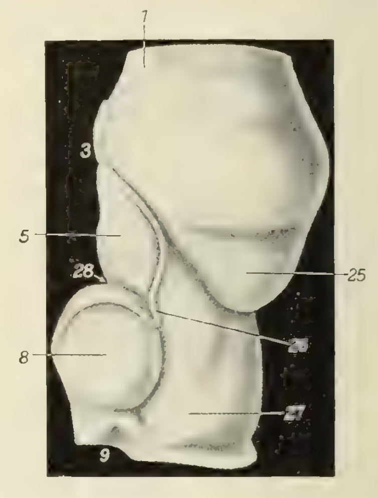
Figur 265. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Frontalschnitt durch den Rostralteil der Eminentia thalami des Diencephalons und den Recessus posterior des Telencephalons.* (*1*) Nucleus pallialis; (*2*) Eminentia thalami; (*3*) Parencephalon; (*4*) Sulcus suprainterventricularis; (*5*) Foramen interventriculare; (*6*) Sulcus infrainterventricularis; (*7*) Nucleus praeopticus (Hypothalamus); (*8*) Nucleus supraopticus (Hypothalamus); (*9*) Nervus opticus; (*10*) Recessus praeopticus; (*11*) Sulcus praeopticus lateralis; (*12*) Sulcus diencephalicus ventralis; (*13*) Nucleus basalis; (*14*) Recessus posterior. (Nach Saito)

Dieser 2te Zweig des Pseudosulcus ist der tiefste und längste aller Sulci des Diencephalons, der, ventral und kaudal von der Pars superior hypothalami, von der Commissura transversalis bis zum Hinterende des Foramen interventriculare verläuft, rostroventral vom Tuberculum posterius seicht beginnt, sich in seinem weiteren Verlauf immer mehr vertieft und am tiefsten in der Nähe seiner Verbindungsstelle mit dem Sulcus diencephalicus medius zum Pseudosulcus ist. Das Corpus mammillare enthält den eine seitlich verlängerte, elliptische Scheibenform aufweisenden, mit dem lateralen Rand den Sulcus mammillaris lateralis bildenden, vor und unter dem Hinterende des Sulcus lateralis infundibuli verstreichenden Recessus mammillaris. In der Mittellinie der Dorsal- und Ventralfläche des Corpus liegt der sagittale Sulcus (medianus) mammillaris und Sulcus ventralis internus, von denen der erste vorn ventral von der Commissura transversa verschwindet, während der zweite in die Commissura postinfundibularis übergeht.

Ventral von der Commissura transversa zieht entlang der Lateralseite des Aditus infundibuli, weiter dorsal von der Dorsalspitze des Sulcus verticalis hypothalami schräg bis zur Commissura postoptica der Sulcus lateralis infundibuli.

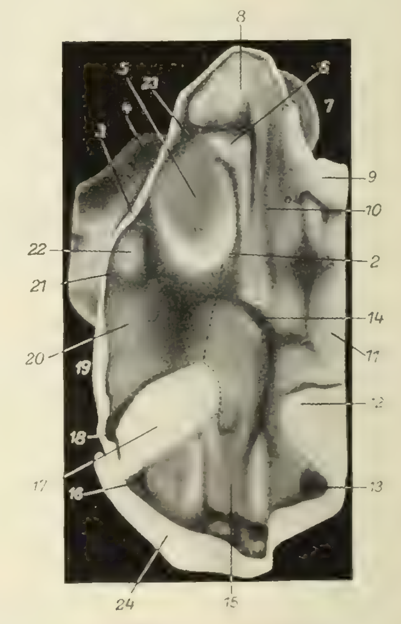


Lampetra wilderi, mediale Ansicht



Lampetra wilderi, dorsale Ansicht

Figur 266. Cyclostoma. — *Medialansicht der rechten Hälfte des Telencephalons und Diencephalons von Lampetra wilderi* Gage und *von Ichthyomyzon concolor* (Kirtland). (*1*) Nervus olfactorius; (*2*) Sulcus limitans hippocampi; (*3*) Commissura pallii anterior; (*4*) Velum transversum; (*5*) Primordium hippocampi; (*6*) Eminentia thalami; (*7*) Commissura superior; (*8*) Nucleus habenulae; (*9*) Commissura posterior; (*10*) Sulcus diencephalicus medius; (*11*) Sulcus limitans (His); (*12*) Tuberculum posterius; (*13*) Recessus mammillaris; (*14*) Sulcus hypothalamicus; (*15*) Hypothalamus; (*16*) Recessus postopticus; (*17*) Chiasma opticum; (*18*) Recessus praeopticus; (*19*) Commissura anterior; (*20*) Nucleus olfactorius medialis; (*21*) Recessus neuroporicus; (*12*) Bulbus olfactorius; (*23*) Saccus dorsalis; (*24*) Hypophyse; (*25*) Lobus olfactorius; (*26*) Grenze zwischen Diencephalon und Telencephalon; (*27*) Thalamus; (*28*) Recessus praehabenularis. (Nach Johnston)



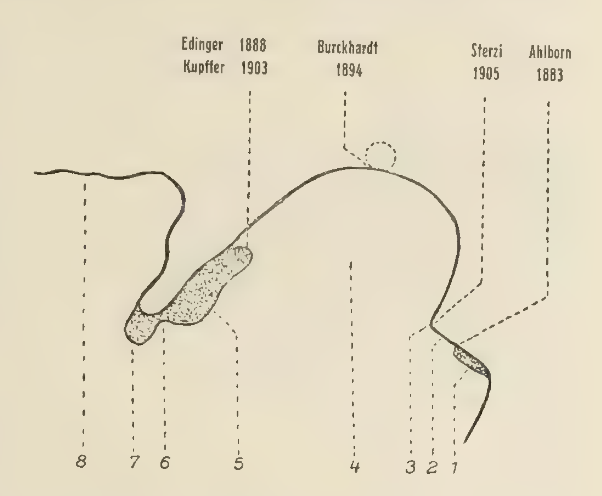
Ichthyomyzon concolor

Direkt ventral von ihm beginnt der eben erwähnte, dorsoventral ziehende, ventralwärts sich vertiefende, sehr lange, tiefe Sulcus verticalis hypothalami, der im lateral vorspringenden Mittelteil des Sulcus recessus hypophyseis verschwindet.

Der Hohlraum des Hirnteils der Hypophyse (Recessus hypophyseis) hat fast die gleiche Form wie das Infundibulum. Zwischen ihm und dem Recessus mamillaris liegt die Commissura postinfundibularis, rostral vor ihm die Commissura praeinfundibularis. Seine Lateralwand enthält den tiefen Sulcus recessus hypophyseis, der vorn in der Gegend der Commissura praeinfundibularis in den Sulcus

ventralis hypothalami übergeht. Dieser zieht am seitlichen Rand des rostroventralen Teils der Pars ventralis hypothalami entlang und verschwindet nach hinten, gegen die Mitte zu streichend, hinter dem Recessus postopticus. An den beiden Seitenrändern der Ventralseite des Recessus praeopticus und derselben Dorsalseite des Recessus postopticus ziehen die seichten, kurzen Sulci praeopticus und postopticus lateral schräg von vorn außen nach hinten einwärts, wo sie sich vereinigen. Auch auf dem medianen Teil der dorsalen und ventralen Fläche der Commissura postoptica zieht je 1 tieferer Sulcus: der Sulcus postopticus dorsalis und ventralis, entlang, die sich vor dem Aditus infundibuli bogenförmig vereinigen und von denen der Sulcus postopticus dorsalis vorn in den Sulcus postopticus lateralis übergeht. Vom Hauptteil des horizontalen und schrägen Schenkels des Sulcus diencephalicus ventralis steigt der sehr seichte Sulcus praeopticus verticalis zum Hinterteil des Chiasma opticum auf.

Hinter dem Vorderteil des Thalamus ventralis zieht der Sulcus thalami verticalis, der die dorsale Fortsetzung des Sulcus praeopticus verticalis bildet, direkt vor dem Vorderende des Sulcus diencephalicus dorsalis verticalis abwärts bis zum horizontalen Schenkel des Sulcus diencephalicus ventralis. Das Tuberculum posterius hat ein schmales, tiefes Lumen, den Recessus posterior; der Saccus dorsalis den in der Form ihm gleichen Ventriculus parencephalicus, dessen ventral vorgewölbte, dorsale Wand die Parietalorgane trägt (das Pineal- und Parapinealorgan, siehe dort). Beide besitzen einen Ventriculus, von denen der Ventriculus pinealis größer als der Ventriculus parapinealis ist. Vom hinteren dorsalen Ende des Pinealorgans geht ein schlanker Schlauch in den Epiphysen-Stiel hinein, der selbst solid ist. Der Ventriculus parapinealis mündet ebenfalls durch einen Schlauch in den Ventriculus pinealis ein. Zwischen der Pars anterior des Thalamus ventralis und dem Saccus dorsalis liegt der kleine Sulcus thalamo-parencephalicus.

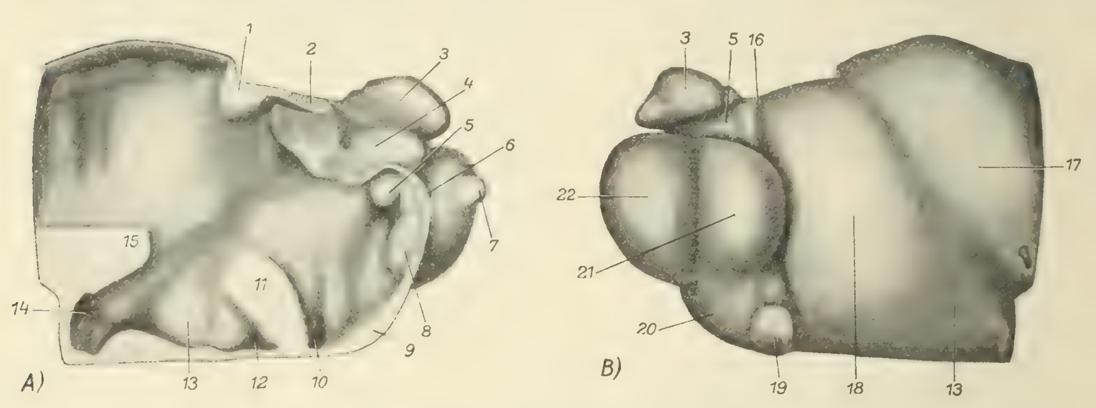


Figur 267. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *schematischer medianer Sagittalschnitt durch die vordere Schädelpartie.* (*1*) Commissura olfactoria superior; (*2*) Lamina supraneuroporica; (*3*) Velum transversum; (*4*) Saccus dorsalis (der punktierte Kreis auf seiner Kuppe stellt die Paraphyse nach Burckhardt dar); (*5*) rechtes Ganglion habenulare; (*6*) Recessus pinealis; (*7*) Commissura posterior; (*8*) Tela chorioidea mesencephalica. Die Namen und Jahreszahlen oben geben die Begrenzung zwischen Diencephalon und Telencephalon nach der Ansicht der betreffenden Autoren wieder. (Nach Sterzi)

Durch den Sulcus diencephalicus ventralis und Sulcus diencephalicus dorsalis (Sulcus subhabenularis internus) wird das Diencephalon in 3 übereinanderliegende Abschnitte geteilt: (a) den dorsalen Epithalamus, (b) den in der Mitte gelegenen Thalamus und (c) den ventralen Hypothalamus. Dieser dritte wird durch den Sulcus lateralis infundibuli abermals in den dorsalen Hypothalamus superior (Pars superior hypothalami) und den ventralen Hypothalamus inferior (Pars inferior hypothalami) geteilt. Auch der Thalamus gliedert sich durch den Sulcus

diencephalus medius in einen Thalamus dorsalis und ventralis, von denen der erste die beiden längsstreichenden Sulci accessorius dorsalis und ventralis thalami dorsalis aufweist, während der zweite durch den Pseudosulcus und den Sulcus thalami verticalis in 3 kleine, hintereinanderliegende Teile (Pars anterior, media und posterior) geteilt wird. Der linke Thalamus ist größer als der rechte.

Im Diencephalon finden sich folgende Kerne: (1) Das dorsal vom Sulcus diencephalicus dorsalis gelegene Ganglion habenulae (Epithalamus). Es enthält kleine, rundliche Ganglien-Zellen, die an der Oberfläche eine durch die Fasern des Fasciculus retroflexus in viele unregelmäßige Gruppen geteilte Schicht bilden. (2) Der dorsale Teil des Thalamus dorsalis; er enthält den Nucleus subhabenularis, der rechts sich weiter vorwärts erstreckt als links und in den der Fasciculus retroflexus vorn median eintritt.



Figur 268. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus dorsatus* Wilder MS.: *linke Hälfte des Vorderhirns einer Ammocoetes-Larve.* (Nach einem Modell.) ***A*** Medialansicht, ***B*** Lateralansicht. Die Hemisphäre ist durch einen senkrechten Sulcus in eine die Bulbarformation enthaltende vordere (rostrale) und eine die sekundären Riechzentren enthaltende hintere (kaudale) Partie geteilt. (*1*) Commissura posterior; (*2*) Commissura superior; (*3*) Epiphyse; (*4*) Parapinealkörper; (*5*) Primordium hippocampi; (*6*) Commissura pallii anterior; (*7*) Nervus olfactorius; (*8*) Nucleus olfactorius medialis; (*9*) Commissura anterior; (*10*) Recessus praeopticus; (*11*) Chiasma opticum; (*12*) Recessus postopticus; (*13*) Hypothalamus; (*14*) Recessus mammillaris; (*15*) Tuberculum posterius; (*16*) Sulcus ditelencephalicus (Grenze zwischen Diencephalon und Telencephalon); (*17*) Mesencephalon; (*18*) Thalamus; (*19*) Tractus opticus; (*20*) Telencephalon medium; (*21*) Lobus olfactorius (sekundäre Riechzentren); (*22*) Bulbus olfactorius (Formatio bulbaris). (Nach Johnston)

Im übrigen Teil des Thalamus dorsalis sind gleichfalls kleine, rundliche Zellen in einer schwachen, unregelmäßigen Schicht, entfernt vom Ventrikel, verteilt. Der Fasciculus retroflexus zieht von seinem vorderen medianen Teil schräg nach hinten und tritt an seinem hinteren Ende aus. (3) In der Pars posterior liegt ein vom Sulcus diencephalicus ventralis und medius und vom Pseudosulcus umgebener, aus mehreren Schichten kleiner Zellen bestehender Kern. (4) Die Pars media und (5) die Pars anterior bilden als Ganzes ähnlich zusammengesetzte Kerne. (6) Die aus größeren rundlichen Zellen zusammengesetzte Pars superior hypothalami, deren kaudaler und rostraler Teil 2 gegen die Mitte zu leicht konvexe Zellschichten zeigt. Im Ependym dieser Pars superior finden sich kleine rundliche Zellen. In ihrem Innern liegt (7) der kleine Nucleus supraopticus und (8) der Nucleus praeopticus hypothalami, von denen der erstere deutlich geschichtet, »ventromedial von der Pars superior hypothalami liegt«, während der letztere wieder »nur in seinem hinteren Teil undeutlich geschichtet, zwischen dem Sulcus diencephalicus ventralis und Sulcus praeopticus lateralis U-förmig die Ventrikelwand und den Recessus praeopticus umgibt«. Vor dem Chiasma opticum wird er diffus, bildet sodann abermals eine mittlere kurze und laterale lange Schicht und verschwindet vorn unter Berührung des Nervus supraopticus. (9) Auch die Pars inferior hypothalami bildet einen aus kleinen, rundlichen Zellen bestehenden Kern, dessen Ganglien-Zellen der Ventrikelwand anliegen, während sie sich im lateralen Teil auflockern. (10) Der 2-schichtige Nucleus postopticus hypothalami; er bildet den ventral von der Commissura postoptica gelegenen Teil der Pars inferior hypothalami. (11) Der kleine, in der Dorsalwand des Recessus mammillaris gelegene, 3-eckige, aus polygonalen Zellen bestehende Nucleus recessus mammillaris.

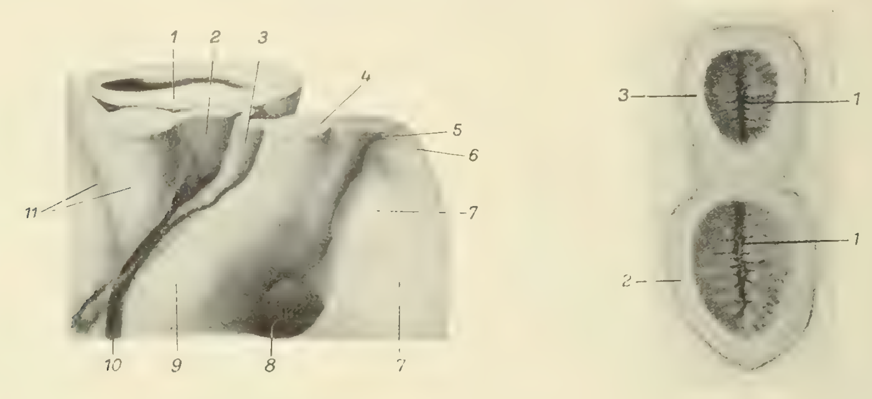
(12) Das aus unregelmäßig angeordneten kleinen Zellen bestehende Corpus geniculatum laterale, das vorn übergeht in den Thalamus ventralis medius und in (13) die aus schichtweise angeordneten Zellen bestehende Massa cellularis reuniens, deren Hinterende vor dem Gebiet der Commissura postoptica liegt und die vorn im vorderen Teil des Chiasma opticum endet. Ihr zentraler Teil besteht aus unregelmäßig gelegenen Zellen, der periphere läßt sich wieder in 3 Abteilungen unterscheiden: die nach der dorsalen Gegend des Hypothalamus gerichtete Pars hypothalami reuniens, die nach der ventralen Seite gerichtete Pars thalami ventralis reuniens und die zum Nucleus basalis gehende Pars telencephali reuniens, von denen die zweitgenannte die größte, die letzte die kleinste ist.

Telencephalon

Das Telencephalon besteht (1) aus einem den Ventriculus impar telencephali umschließenden Mittelteil, dessen vordere Spitze mit ihrem zentralen Teil den schmalen, 4-eckig vorwärts vorspringenden Neuroporus bildet. (2) den Hemisphären, zwischen denen die große Fissura longitudinalis telencephali hinzieht, auf deren mittlerem Teil sich die quer- und vertikalziehende, tiefe Ringfurche des Sulcus interolfactorius findet. Sie ist dorsolateral am tiefsten und breitesten und endet in der Commissura dorsalis; ventral verstreicht sie in der Commissura anterior. Der Sulcus bildet die Grenze zwischen (3) dem Lobus olfactorius und (4) dem viel größeren, kugelförmigen Bulbus olfactorius, an dessen vorderem medianen Teil der kleine Riechstiel angeheftet ist und dessen laterale Fläche stark vorspringt. (5) der aus 3 Teilen (einem ventralen, medialen und dorsalen) bestehenden Lamina terminalis, die ventral vom ventralen Teil des Recessus praeopticus, also von der ganzen Fläche des Chiasma opticum beginnt, im vorderen Ventralteil des Recessus fehlt, dagegen dessen ganze Ventralfläche bedeckt, nach oben bis zum Neuroporus aufsteigt und auch dessen ganze Lateralfläche mit Ausnahme des Vorderteils bedeckt. Der Recessus bildet die Crista terminalis. Der dorsale Teil der Lamina, der sich am Velum transversum mit dem Saccus dorsalis verbindet, ist stark gekrümmt (treppenartige Lamina terminalis). Von den 3 Teilen der Lamina liegt der ventrale ventral, der dorsale dorsal von der Commissura anterior. Die Pars media entspricht dem Neuroporus.

Von Ventrikeln findet sich im Telencephalon der bereits genannte Ventriculus telencephali impar, dessen vorderer, am Foramen interventriculare gelegener Teil Recessus neuroporicus genannt wird. Dorsal von dem eben genannten Foramen liegt die dorsal aufsteigende Vorwölbung der Eminentia suprainterventricularis, die teilweise die rostrale Grenze der Pars anterior des Thalamus ventralis bildet; ventral von diesem Foramen die viel kleinere, bis zum Vorderteil des Chiasma opticum abwärts reichende Eminentia infrainterventricularis. Vorn und hinten weist die erstgenannte Eminentia den Sulcus suprainterventricularis anterior und den kürzeren posterior, die zweite den Sulcus infrainterventricularis anterior und posterior auf. Am oberen und unteren Rand des Foramen interventriculare ziehen als 2 Längsfurchen der Sulcus periinterventricularis dorsalis und ventralis entlang, die hinten am Sulcus diencephalicus ventralis beginnen und vorn am Recessus neuroporicus enden. In den Hemisphären finden sich Seitenventrikel, deren laterales Ende sich in eine vordere und hintere Partie, Recessus anterior und posterior (Ventriculus anterior, posterior) teilt; von diesen liegt der erste viel höher als der zweite im kaudalen Teil des Bulbus olfactorius, der Ventriculus posterior dagegen im vorderen Teil des Lobus olfactorius. Sie vereinigen sich miteinander zu einem großen Ventrikel und verbinden sich schließlich mit dem Foramen interventriculare.

Das Telencephalon kann man in bezug auf seinen funktionellen Bauplan (nach Kuhlenbeck) in eine Formatio lobaris (primäres Riechzentrum) und in ein basales und ein dorsales Primordium einteilen. Von Kernen finden sich in ihm (1) der zwischen dem Sulcus periinterventricularis ventralis und dem Sulcus praeoptico-lateralis gelegene, den ventralen Teil des Lobus olfactorius einnehmende Nucleus basalis, der hinten in die Massa cellularis reuniens übergeht, (2) der aus gleichen Zellen bestehende, vor dem Sulcus periinterventricularis dorsalis liegende, den seitlichen Dorsalteil des Lobus olfactorius einnehmende Nucleus pallialis und (3) die im peripheren Teil der Hemisphäre liegenden, durch die olfaktorischen Fasern in viele unregelmäßige, ovale und rundliche Gruppen geteilten Glomeruli olfactorii, die im dorsolateralen Teil des vorderen Hemisphärenabschnittes reichlich vertreten sind, ventral aber fehlen.



Figur 269. Figur 270.

Figur 269. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus dorsatus* Wilder MG.: *Dorsalteil der linken Vorderhälfte des Ammocoetes,* von medio-ventro-kaudaler Richtung gesehen. (*1*) Parapinealkörper; (*2*) dorsaler Sack; (*3*) Velum transversum; (*4*) Lamina supraneuroporica und Commissura pallii anterior; (*5*) Recessus neuroporicus; (*6*) Lamina terminalis; (*7*) Lobus olfactorius; (*8*) Foramen interventriculare; (*9*) Primordium hippocampi; (*10*) dritter Ventrikel; (*11*) linker Nucleus habenulae. (Nach Johnston)

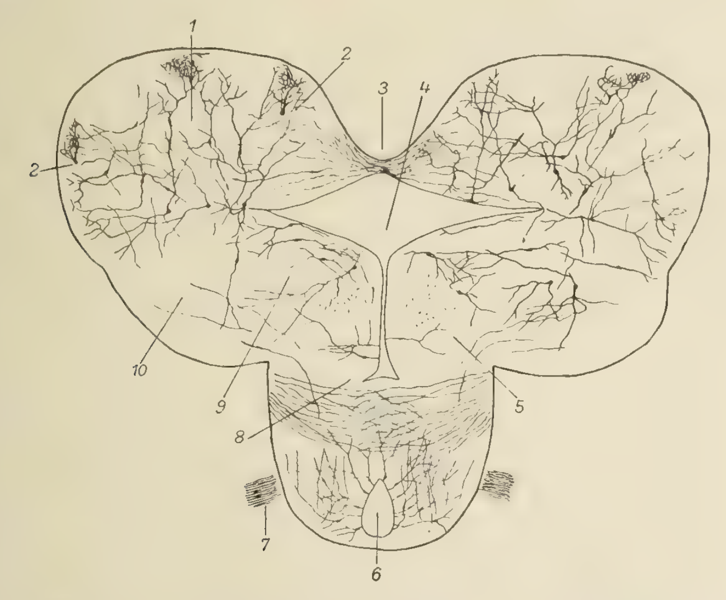
Figur 270. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Plexus chorioideus.* Von unten. (*1*) Stria (Zona) longitudinalis ventralis; (*2*) Plexus chorioideus ventriculi quarti; (*3*) Plexus chorioideus ventriculi mesencephalici. (Nach Saito)

Das Gehirn *des japanischen Flußneunauges* weist 2 Plexus chorioidei auf; und zwar den Plexus chorioideus ventriculi quarti, der kaudal am Calamus scriptorius beginnt, einen mächtigen, dorsalwärts aufgetriebenen, nach vorn bis über die hintere Fläche des Tectum opticum liegenden Sack bildet, und sich an der Kleinhirn-Platte anheftet; und den vollständig von ihm getrennten, aber ihn berührenden Plexus chorioideus ventriculi mesencephalici. Die lateralen Ränder der beiden sind durch die Taenia chorioidea mit den Rändern des Ventriculus quartus und Ventriculus mesencephalicus verbunden, sie selbst senden in die Ventrikel mehrere pigmententhaltende, median durch einen schmalen, sehr pigmentreichen Streifen, die Stria (Zona) longitudinalis ventralis verbundene Laminae frontales, von denen wieder Fortsätze ausgehen, die sich miteinander verbinden und ein Netzwerk bilden. Ein weiterer, mit dem Plexus chorioidei verwandter epithelialer Sack ist das dem Diencephalon angehörige Parencephalon (Dorsalsack).

Im folgenden seien kurz die wichtigsten Bestandteile und die hervorragendsten Unterschiede im inneren Bau des Gehirns *der Petromyzoniden* gegenüber *den Myxiniden* angeführt (hauptsächlich nach den Angaben von Jansen).

Die Bulbi olfactorii sind weniger differenziert als bei *den Myxiniden,* die einzelnen Glomeruli erscheinen nicht sehr deutlich ausgeprägt, es findet sich jedoch eine gut begrenzte glomerulare Lage (Stratum moleculare nach Tretjakoff). Einzelne größere Zellen sind (von Johnston) im Bulbus gefunden worden, die dieser Autor als unbedeutend differenzierte Mitral-Zellen bezeichnet. Die Mehrzahl der Bulbus-Zellen ist sternförmig oder fusiform, mit weit ausgebreiteten, in Glomeruli eintretenden Dendriten. Diese Stern-Zellen sind die Hauptleiter der Geruchsimpulse. Zwischen den Mitral-Zellen und den tieferen Lagen des Bulbus finden sich kleinere Zellen, deren Dendriten in die Glomerular-

Schicht eintreten und die zuweilen verästelte Bäumchen ähnlich denen der Mitral-Zellen bilden (Mitral-Zellen des Typus III nach Tretjakoff). Sie entsprechen den Übergangsformen zwischen Stern- und Mitral-Zellen. In den tieferen Lagen finden sich außerdem Zellen mit weitverbreiteten, in die Glomerular-Schicht eintretenden Dendriten (die bipolaren und Granular-Zellen des ersten Typus (nach Tretjakoff), deren Axone sich mit dem Tractus olfactorius verbinden und die den Stern-Zellen *der Myxiniden* gleichgestellt werden können. Typische Granula gibt es nicht. Die übrigen Zellen erreichen mit ihren Dendriten nicht die Glomerula-Schicht. Sie senden Fortsätze nach dem Hypothalamus abwärts und dürften (nach Jansen) dem Nucleus olfactorius anterior entsprechen. Im allgemeinen gleichen sich also die Bulbi olfactorii bei *Myxiniden und Petromyzoniden* im Bau.



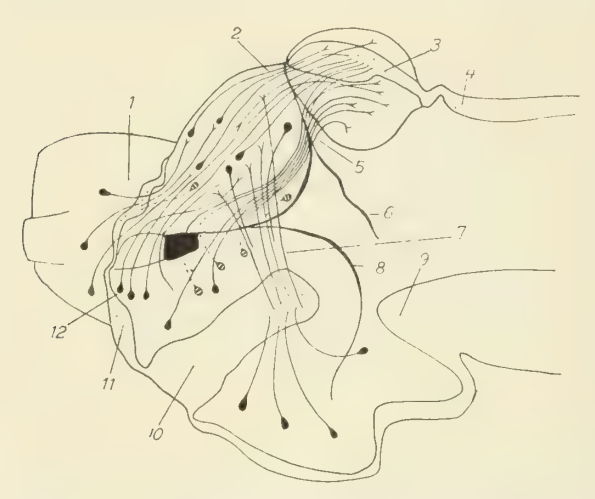
Figur 271. Cyclostoma. — *Lampetra wilderi* (Gage): *Gehirnquerschnitt durch die Ebene des Chiasma opticum, die Commissura olfactoria* und *die Riechlappen.* (*1*) Lobus olfactorius; (*2*) Mitral-Zellen; (*3*) Commissura olfactoria; (*4*) Vorderhirnventrikel; (*5*) Tractus olfacto-lobaris; (*6*) Recessus postopticus; (*7*) IIter Nerv (Nervus opticus); (*8*) Chiasma nervi optici; (*9*) Corpus striatum; (*10*) Area olfactoria. (Nach Johnston)

Auch bei *den Petromyzoniden* ist der hauptsächlichste, aus dem Bulbus führende Zug der Tractus olfactorius (nach Johnston, Tractus bulbo-corticalis nach Schilling), doch ist er hier mehr diffus und bildet bloß dorsomediale und ventromediale Bündel. Die dorsomedialen Fasern kreuzen in einer der Commissura interbulbaris *der Myxiniden* entsprechenden Kommissur, die aber weiter vorn liegt und nicht die enge Verbindung mit der Commissura habenularis hat. Ein Tractus olfactorius ist bei *Petromyzon* Linnaeus nicht beschrieben, dürfte jedoch wenigstens teilweise bestehen. In der Hemisphäre, die in ihrem Bau und ihren Verbindungen in beiden Gruppen sehr große Ähnlichkeiten aufweist, sind bei *den Petromyzoniden* folgende Verbindungen beschrieben worden: (1) Der Tractus olfacto-habenularis, der Fasern von allen Teilen der Hemisphäre sammelt, in die Hauptmasse des Gehirns dort, wo die Hemisphäre ihr angefügt ist, eindringt, dann wieder, dorsal wendend, deutliche, durch das Primordium hippocampi ziehende Bündel formt und mit dem Eintritt in die Habenula die Commissura habenularis bildet. (2) Der Tractus olfacto-lobaris, dessen Fasern von der ventralen Wand der Hemisphäre in den Hypothalamus ziehen und der im allgemeinen dem Tractus olfacto-hypothalamicus *der Myxiniden* entspricht. (3) Der im dorsalen Hemisphärenteil entspringende Tractus olfacto-tegmentalis cruciatus, der ventral- und dann kaudalwärts zieht und im Hypothalamus sich mit den Fasern des Tractus strio-infundibularis mengt. Seine Fasern ziehen bis in die Ebene des Nucleus oculomotorius. Er entspricht im wesentlichen dem gleichnamigen Tractus (olfacto-tegmentalis) bei *den Myxiniden.* (4) Die Fibrae olfacto-thalamicae rectae, die den Tractus olfacto-habenularis begleiten, jedoch nicht in die Habenularkommissur eindringen, sondern rückwärts ziehend sich dem Tractus thalamo-

habenularis zugesellen und in den Thalamus eintreten. Andere Fasern, die Fibrae olfacto-thalamicae cruciatae, vereinigen sich nach Kreuzung vom Tractus olfacto-habenularis in die Commissura habenularis mit den Fasern des Tractus thalamo-habenularis. Der Tractus cortico-cerebellaris *der Myxiniden* fehlt (nach Holmgren) bei *den Petromyzoniden.*

Das Primordium hippocampi zeigt im wesentlichen bei beiden Gruppen die gleichen Verhältnisse.

Vor der Kante des Chiasma findet sich bei *den Petromyzoniden* ein 3-eckiges Feld, das 3 ziemlich gut kenntliche Kerne aufweist: (1) den Nucleus praeopticus, der an den Recessus praeopticus angrenzt; dorsal liegt vor ihm (2) der Nucleus olfactorius-medialis und hinter diesem (3) das Striatum. Vom Striatum geht (nach Johnston) zum Thalamus der Tractus striothalamicus, der in dem von ihm Nucleus secundus thalami genannten Kern endigt und dessen grobe Fasern bloß im hinteren Teil des Vorhirns entspringen, wo es sich an den Thalamus anfügt. Vom Nucleus praeopticus ziehen Fasern, die dem Tractus praeoptico-hypothalamicus *der Myxiniden* entsprechen, zum Hypothalamus (Tractus strio-hypothalamicus und infundibularis nach Tretjakoff und Schilling). Johnston beschrieb außerdem noch Fasern, die zur Habenula ziehen.

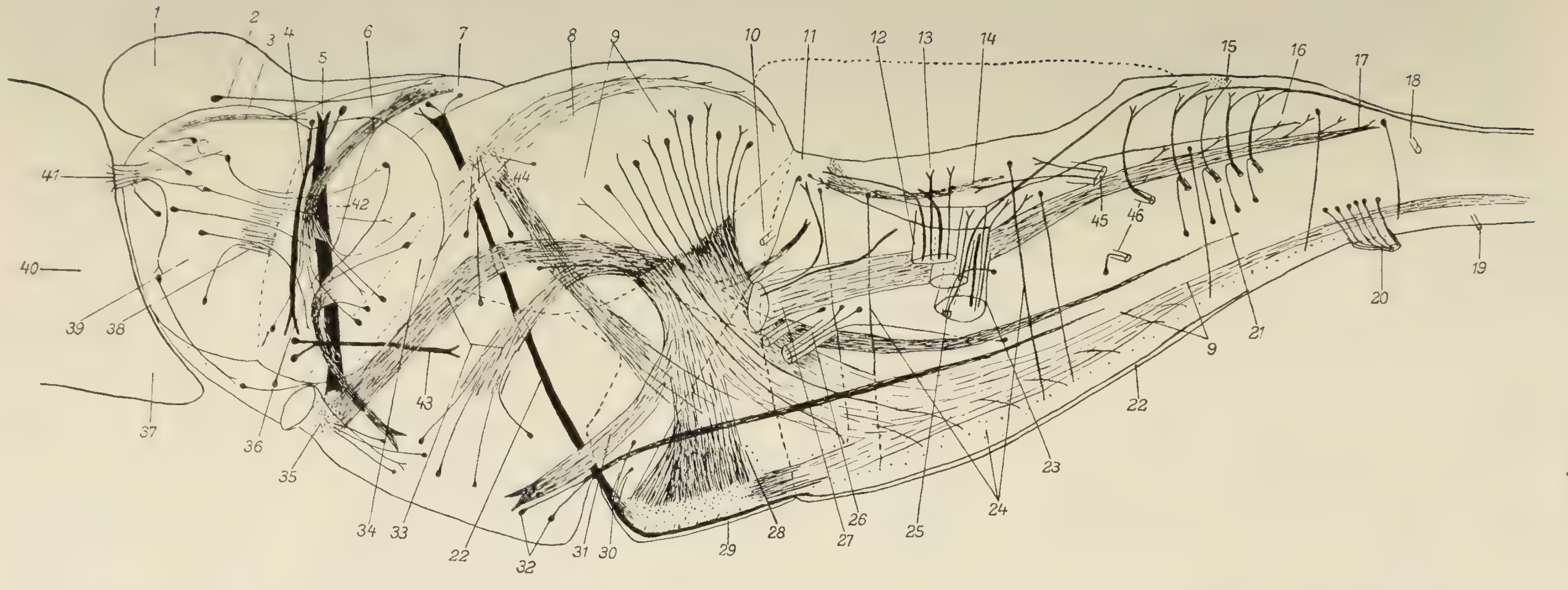


Figur 272. Cyclostoma. — *Schema der mit dem Primordium hippocampi in Beziehung stehenden Faserzüge bei den Petromyzonidae.* Die im hinteren Hemisphärenteil gelegenen sekundären Riech-Neuronen sind gestrichelt. (*1*) Commissura pallii anterior; (*2*) Tractus cortico-habenularis und Commissura pallii posterior; (*3*) Commissura superior; (*4*) Commissura posterior; (*5*) Tractus olfacto-habenularis; (*6*) Sulcus diencephalicus medius; (*7*) Tractus pallii; (*8*) Sulcus hypothalamicus; (*9*) Tuberculum posterius; (*10*) Chiasma opticum; (*11*) Commissura anterior; (*12*) Nucleus olfactorius medialis. (Nach Johnston)

Vom Nucleus olfactorius medialis entspringen Fasern, die vor dem Foramen interventriculare hinziehen und teils im Primordium hippocampi endigen, teils in die Commissura superior eintreten (Tractus olfacto-corticalis und olfacto-habenularis medialis *der Myxiniden*). Die Basalarea *der Myxiniden* weist also im Grunde die gleichen Verbindungen wie diese beiden Kerne auf.

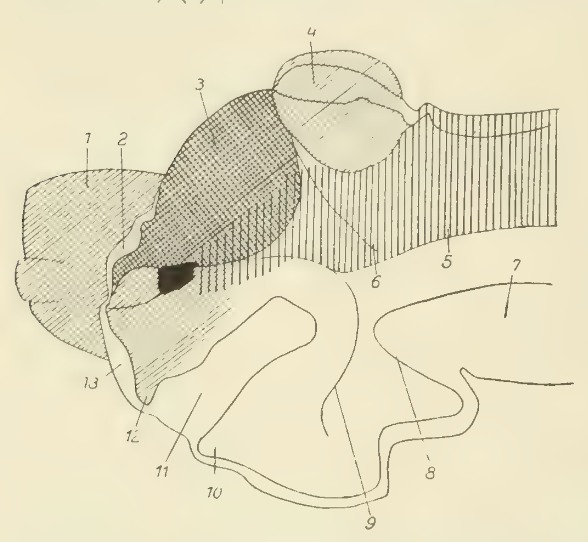
Im Diencephalon *der Petromyzoniden* ist vor allem die Commissura posterior zu erwähnen, die, aus starken Fasern bestehend, einen besonders auffallenden Teil darstellt. Der Komplex dieser Kommissur kann in einen vorderen und einen hinteren Teil geschieden werden, von denen jener von Zellen entspringt, die nahe dem Rand zwischen Regio tectalis und subtectalis liegen und dessen Fasern in der äußeren Lage des Tectums endigen, während dieser wieder aus einem lateralen und medialen Teil besteht; der laterale verläuft ventral zum Gebiet des Tegmentums, der mediale nimmt eine mehr kaudale Richtung. Der Kern der Commissura posterior nimmt im subtektalen Gebiet den lateralen Gehirnrand zwischen Tectum und Müllerschen Fasern ein und steigt im Gebiet der Commissura posterior selber bis zur dorsalen Hirnoberfläche hinauf. Nach Tretjakoff besteht eine innige Verbindung zwischen dieser Kommissur und dem Kern des Fasciculus longitudinalis medialis, indem die Dendriten der Müllerschen Zellen weithin zwischen den Kommissurfasern ziehen, ohne sich jedoch an deren Bildung zu beteiligen und die lateralen Dendriten sich teilweise mit den Zell-Dendriten des Kommissurkerns verflechten. Nach Jansen entspricht diese Commissura posterior keineswegs der gleichnamigen Kommissur, die von anderen Autoren bei *Myxine* Linnaeus beschrieben worden ist und die keine Beziehung zwischen dem Nucleus reticularis mesencephali und dem Fasciculus longitudinalis hat, sondern nur der von ihm als Commissura posterior bezeichneten Kommissur aus gekreuzten Fasern, die in der Ebene des Sulcus dimesencephalicus liegt.

Im Thalamus der *Petromyzoniden* finden sich (nach Schilling) 2 Kerne, die er Nucleus thalamus primus und secundus nennt und von denen der Primus unter der



Figur 273. CYCLOSTOMA. — *Lampetra wilderi* (Gage): *schematische Darstellung der Lage und des ungefähren Verlaufes der Faserzüge.* Das Gehirn ist als durchsichtiger, von der Seite gesehener Körper betrachtet. (*1*) Epiphyse; (*2*) Purkinjesche Zellen; (*3*) Tractus olfactorius; (*4*) Commissura superior; (*5*) Epistriatum; (*6*) Tractus olfacto-habenularis; (*7*) Ganglion habenulae; (*8*) Tectum opticum; (*9*) Tractus tecto-bulbaris + Tractus bulbo-tectalis; (*10*) IVter Nerv (Nervus trochlearis) und 4ter Ventrikel; (*11*) Cerebellum; (*12*) Laterallinien, Nerv und Wurzel des Nervus VII (facialis); (*13*) Lobus lineae lateralis; (*14*) Zerebellarkamm; (*15*) Commissura infima Halleri; (*16*) Lobus vagi; (*17*) Nucleus funiculi; (*18*) 1ter sensorischer Spinalnerv; (*19*) 1ter motorischer Spinalnerv; (*20*) XIIter Nerv; (*21*) Xter Nerv (Nervus vagus); (*22*) Meynertsches Bündel; (*23*) VIIIter Nerv (Nervus acusticus); (*24*) Fibrae arcuatae internae; (*25*) VIIter Nerv, im engeren Sinne (Fasciculus communis und motorische Wurzeln); (*26*) motorischer, (*27*) sensibler Teil des Nervus trigeminus (V); (*28*) Commissura ansulata; (*29*) Decussatio der Meynertschen Bündel; (*30*) IIIter Nerv (Nervus oculomotorius); (*31*) Tractus tecto-lobaris; (*32*) Tractus mammillo-bulbaris; (*33*) Tractus lobo-bulbaris + cerebellaris; (*34*) Tractus opticus; (*35*) Decussatio postoptica; (*36*) Tractus taenia-thalamicus; (*37*) Commissura anterior; (*38*) Tractus olfactorius; (*39*) Lobus olfactorius; (*40*) Riechgrube; (*41*) Iter Nerv (Nervus olfactorius); (*42*) Tractus lobo-epistriaticus; (*43*) Tractus olfacto-lobaris; (*44*) Commissura posterior; (*45*) Postauditorische Seitenlinienwurzel; (*46*) IXte Nervenwurzeln (Nervus glossopharyngeus). (Nach Johnston)

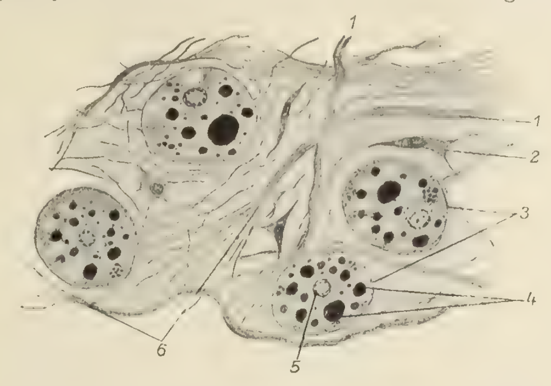
Habenula zwischen dem Tractus olfacto-habenularis (vorn) und dem Fasciculus retroflexus (hinten) liegt, während der Secundus bis zur Commissura posterior nach hinten reicht. Beide sind durch den Fasciculus retroflexus voneinander getrennt und bilden eigentlich nur einen einzigen großen, durch dieses Bündel geteilten Kern. Bei *Entosphenus* Gill (*Ichthyomyzon* Günther), einem anderen Petromyzoniden, wurden im dorsalen Thalamus folgende Teile unterschieden: (1) die Eminentia thalami, die einen vertikalen Rücken unmittelbar hinter dem Primordium hippocampi und Lobus subhippocampalis bildet, (2) der unmittelbar hinter der Habenula und hinter der dorsalen Hälfte der Eminentia liegende Lobus subhabenularis, durch den der Fasciculus retroflexus zieht, (3) der unter dem Subhabenular-Lappen und hinter der unteren Hälfte der Eminentia thalami liegende Lobus medius thalami. (2) und (3) entsprechen den beiden Nuclei von Schilling und der Pars dorsalis thalami bei *den Myxiniden.* Von Verbindungen finden sich in diesem Gebiet des Diencephalons (1) der Tractus striothalamicus, dessen Fasern teilweise im Nucleus thalamus primus, hauptsächlich aber im Nucleus secundus (nach Schilling) endigen, (2) der fragliche Tractus thalamohabenularis, ein Faserbündel, das sich dem Tractus olfacto-habenularis zugesellt und in die Habenula eintritt, (3) die Fibrae olfacto-thalamicae rectae et cruciatae, die den Tractus olfacto-habenularis begleiten, sich dem Tractus thalamo-habenularis zugesellen, in den Thalamus eindringen und dort gekreuzt und ungekreuzt endigen, (4) der Tractus spino-thalamicus, (5) die Mehrzahl der den Ursprung der Commissura postoptica bildenden Zellen, die im Inneren des Nucleus thalamus primus liegen, (6) Fasern des Subhabenularganglions, die sich dem Meynertschen Bündel (Fasciculus retroflexus) zugesellen, es dann wieder verlassen und in das Tegmentum und die Medulla oblongata eintreten. Der bei *Entosphenus* Gill beschriebene Lobus ventralis wird (von Jansen) mit der Pars ventralis thalami bei *den Myxiniden* homologisiert. Der Nucleus tuberculi posterioris *der Myxiniden* ist bei *den Petromyzoniden* nicht gefunden worden. Im Hypothalamus finden sich die gleichen Verbindungen wie bei *den Myxiniden,* mit Ausnahme des Tractus tecto-lobaris, der *den Myxiniden* wahrscheinlich fehlt. Von diesen Zügen kreuzt der Tractus lobo-bulbaris und cerebellaris teilweise in der Commissura postoptica und endet in der Medialis und mit einem kleinen Teil im Cerebellum. Der Tractus mamillo-bulbaris entspricht genau dem von Jansen beschriebenen gleichnamigen bei *den Myxiniden,* der Tractus tecto-lobaris ist (nach Holmgren) dessen Tractus cerebello-lobaris gleichzustellen. Der aus aufsteigenden Fasern zu verschiedenen Teilen des Telencephalons bestehende Tractus infundibulo-frontalis (Tretjakoff) dürfte wahrscheinlich dem Tractus pallii (nach Johnston) gleichzustellen sein, sowie den gleichgenannten aufsteigenden Fasern bei *Myxine* Linnaeus.



Figur 274. Cyclostoma.— *Diagramm der Beziehungen und Lageverhältnisse der einzelnen funktionellen Säulen im Lampetra-Gehirn, auf dessen Oberfläche eingezeichnet.* Die viszerale rezeptive Säule ist schräg, die somatische vertikal gestrichelt, das Primordium hippocampi zeigt gekreuzte Linien. (*1*) Bulbus olfactorius; (*2*) Commissura pallii anterior; (*3*) Primordium hippocampi; (*4*) Nucleus habenulae; (*5*) Sulcus limitans; (*6*) Sulcus diencephalicus medius; (*7*) Mesencephalon; (*8*) Tuberculum posterius; (*9*) Sulcus hypothalamicus; (*10*) Recessus postopticus; (*11*) Chiasma opticum; (*12*) Recessus praeopticus; (*13*) Commissura anterior. (Nach Johnston)

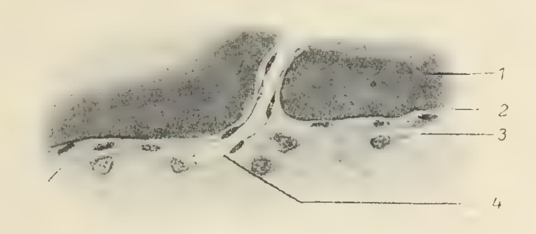
Das Tectum *der Petromyzoniden* ist deutlich höher differenziert als bei *den Myxiniden.* Es bestehen folgende Verbindungen: (1) der Tractus tecto-bulbaris und bulbotectalis, der im Tectum entspringt und in die Medulla abwärts zieht, teilweise in der Commissura ansulata gekreuzt, und der wohl den gleichnamigen Strängen bei *den Myxiniden* entspricht, (2) der Tractus tecto-lobaris, der wahrscheinlich dem von Holmgren beschriebenen, von Jansen bestrittenen Tractus cerebello-lobaris *der Myxiniden* entspricht, (3) der Tractus cerebello-tectalis, der *den Myxiniden* fehlt, (4) die Commissura

postoptica, die Fasern vom Thalamus und vom Tectum enthält, sowie bei *Myxine* Linnaeus, (5) die der gleichnamigen jedoch beträchtlich weiter dorsal liegenden Kommissur *der Myxiniden* homologe Commissura ansulata (Commissura tuberculi posterioris), (6) die von Fasern aus dem Thalamus und der Tektalregion gebildete Commissura posterior (siehe dort), deren Fasern teilweise eine richtige kommissurale Verbindung schaffen, teilweise aber nach hinten ziehen, wo sie bis zum Rand zwischen Mittel- und Hinterhirn verfolgt werden konnten.



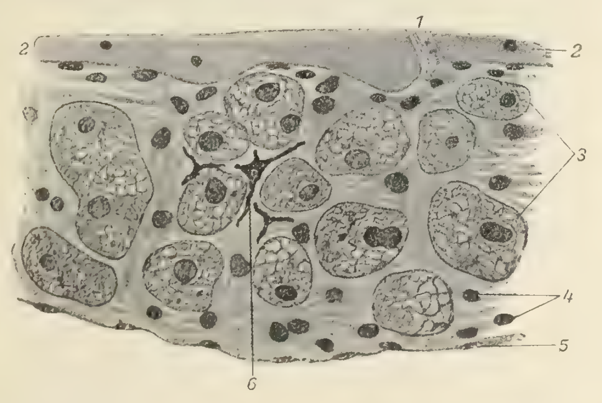
Figur 275. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Perimeningealgewebe des Rückenmarks.* (*1*) Bindegewebsfasern; (*2*) Stützzellen; (*3*) blasige Zellen; (*4*) Fett-Tröpfchen; (*5*) Kern von (*3*); (*6*) Fasern, die sich in Fibrillen auflösen. (Nach Sterzi)

Die Medulla *der Petromyzoniden* unterscheidet sich von der *der Myxiniden* besonders auffallend dadurch, daß diese vollständig solide ist, während sie bei *den Petromyzoniden* sowie bei *den übrigen Chordaten* einen weiten 4ten Ventrikel aufweist. Auch in manchen Punkten der inneren Medullarstruktur unterscheiden sich *die beiden Gruppen*. Dies gilt zum Beispiel für die starke Entwickelung des Acustico-lateralis-Systems bei *den Petromyzoniden*, die natürlich auch mit der bedeutend stärkeren Entwickelung von Ohr und Laterallinie bei dieser Gruppe zusammenhängt; ferner von der Lage der motorischen Kerne, die bei *den Petromyzoniden* die ursprüngliche Lage dicht an der ependymalen Schicht beibehalten haben, während sie bei *den Myxiniden* nahe der Peripherie liegen. Im Gesamtplan der allerdings bei *beiden Gruppen* noch unvollständig bekannten Verbindungen innerhalb der Medulla gleichen sich jedoch *Petromyzoniden* und *Myxiniden*.



Figur 276. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Schnitt durch die Urmeninx* (*Meninx encephalica*) *und den rechten Lobus opticus.* (*1*) Lobus opticus; (*2*) Stratum internum; (*3*) Stratum externum der Urmeninx; (*4*) Blutgefäß. (Nach Sterzi)

Das Gehirn ist zunächst von einer dünnen, von Blutgefäßen durchzogenen, bindegewebigen Scheide, einer Art von Pia mater, umgeben, die in die zerebellaren Sulci hineingeht und diese ausfüllt.



Figur 277. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Schnitt durch das Perimeningealgewebe im Gebiet des Mesencephalons.* (*1*) Blutgefäß; (*2*) nervöse Substanz; (*3*) blasige (vesikulöse) Zellen; (*4*) Stützgewebs-Zellen; (*5*) Wand der Fissura perimeningealis; (*6*) Pigment-Zellen. (Nach Sterzi)

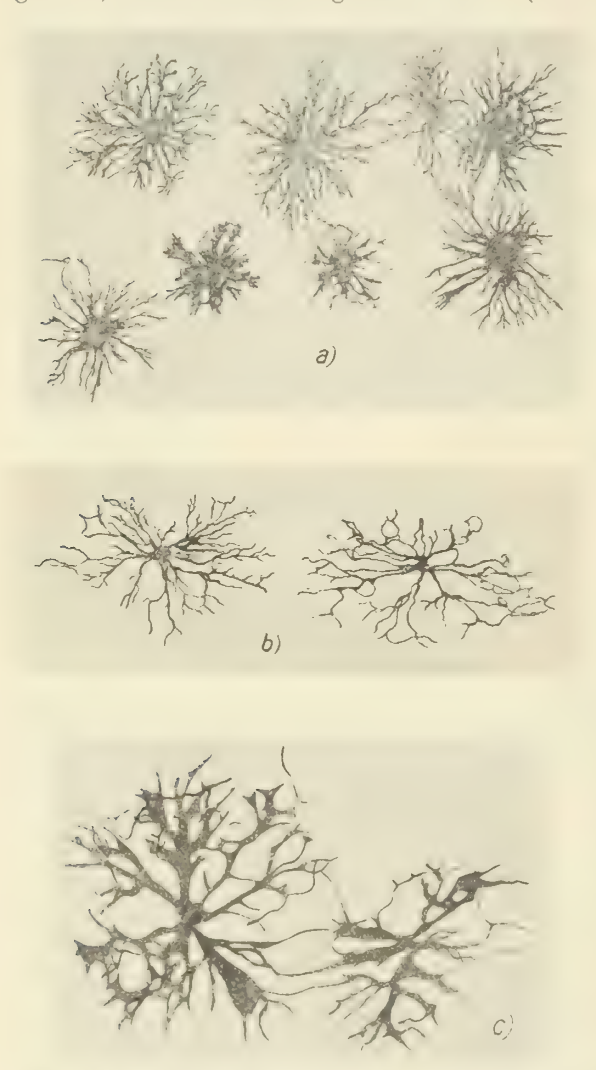
Umhüllung des Rückenmarks und Gehirns

Das Rückenmark wird von 3 (zuerst von Sterzi ausführlich beschriebenen) bindegewebigen Hüllen umgeben, und zwar, von innen nach außen:

(1) Von der inneren Urmeninx (Meninx medullaris primitiva, pia mater), einer dünnen, aus 2 Schichten bestehenden, faserigen, das Rückenmark unmittelbar umschließenden Lamelle, die längs der Rückenmarksränder durch die 2 Ligamenta

lateralia und in der ventralen Mittellinie durch das Ligamentum ventrale etwas verdickt ist und hinten zugleich mit dem Rückenmarksende abschließt.

(2) Mit der äußeren Zellschicht der Urmeninx eng verbunden ist das 2te Hüllgewebe, das Perimeningeal-Gewebe (Arachnoidea), das in seinem dorsalen Teil aus einem Stroma besteht. In den Maschen dieses Stromas finden sich überall spindel- oder sternförmige Binde-Zellen, sowie, dorsal und seitlich vom Rückenmark, die blasigen (vesikulösen) Zellen. Gegen das nun folgende 3te, also äußerste Hüllgewebe, die Endorhachis, zu findet sich ein Perimeningeal-Raum, in dem eine sehr kleine Menge Perimeningeal-Flüssigkeit zirkuliert, die sich übrigens auch in kleinen lymphatischen Lücken zwischen (1) und (2) nachweisen läßt.



Figur 278. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Pigment-Zellen* ***a*** aus der Meninx encephalica (oberflächlich gesehen), ***b*** aus dem Zentralteil der Perimeninx (auf eine Ebene projiziert), ***c*** aus dem Oberflächengebiet der Perimeninx. (Nach Sterzi)

(3) Die kranial in das Endocranium übergehende, kaudal seitlich von der Chorda umbiegende und sich im Unterhautgewebe öffnende Endorhachis (Dura mater) bildet ein über der Chorda verlaufendes Rohr, dessen dorsale Wand konkav, dessen ventrale leicht konvex ist und dessen Seitenwände zahlreiche kleine Nerven- und Gefäßdurchtrittslöcher besitzen und durch die erwähnten Bänder der Urmeninx mit dieser in Verbindung sind.

Auch sie besteht aus einer dünneren inneren, von Bindegewebsbündeln mit zahlreichen platten- oder spindelförmigen Zellen und eingelagerten elastischen Fasern durchsetzten Lage und einer stärkeren, dichter gebauten und in der ventralen Mittellinie zu einem Ligamentum dorsale der Wirbelkörper verdickten, sonst der inneren gleichgebauten Lage. Auch die Endorhachis besitzt keine Nerven.

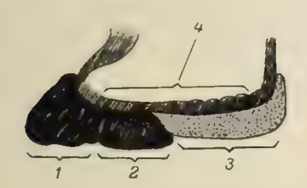
Auch das Gehirn wird wie das Rückenmark von 3 bindegewebigen Hüllen umgeben, und zwar, von innen nach außen:

(1) Von der Meninx primitiva (Pia mater), die der des Rückenmarks entspricht, jedoch keine elastischen Fasern aufweist und deren äußere Schicht nur

aus einer Lage platter Zellen besteht und im Infundibular-Gebiet mit (3) verschmolzen, sonst aber eng mit ihm verbunden ist.

(2) Vom Perimeningeal-Gewebe (Arachnoidea), das vom gleichnamigen Gewebe des Rückenmarks durch das Fehlen von Bindegewebs-Fasern sowie durch das Vorhandensein von Pigment-Zellen unterschieden ist, in der Gegend des Saccus infundibuli fehlt und durch eine Perimeningealspalte von (3) getrennt ist.

(3) Vom Endocranium, das der Endorhachis entspricht. Es kleidet als Perichondrium die innere Schädelkapsel aus. Es besitzt zahlreiche, weite venöse Sinusse. Zwischen den beiden Rhinencephala bildet es eine mittlere sagittale, sich aus der Schädelkapselwand erhebende Falte (Falx cranii).



Figur 279.



Figur 280.

Figur 279. Cyclostoma. — *Petromyzonidae: schematischer Sagittalschnitt durch die Hypophysis cerebri.* (*1*) Haupt-Lappen; (*2*) Mittelteil, zum Hauptlappen gehörig (?); (*3*) Zwischen-Lappen; (*4*) Hinter-Lappen. (Nach Stendell)

Figur 280. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Sagittalschnitt durch den Infundibularteil und die Hypophyse.* (*1*) Haupt-Lappen; (*2*) Mittelteil; (*3*) Zwischen-Lappen. (Nach Stendell)

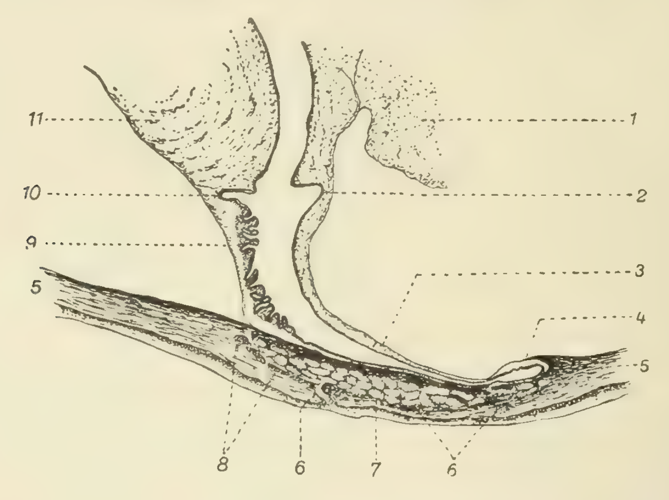
Hypophyse, Infundibulum

Die Hypophyse der Cyclostomen zeigt bereits die bei *allen höheren Tieren* vorhandenen Teile. Sie ist, wenn auch vielfach primitiv, doch wohlentwickelt. Es sind 2 Hauptteile an der Hypophyse unterscheidbar: der Hirn-Teil oder Hirn-Lappen und der Darm-Teil, der (bei *den Petromyzoniden*) wiederum in den Zwischen-Lappen und den Haupt-Lappen gegliedert ist. Bezüglich des Hirnteils ergibt sich folgendes: Der Zwischenhirn-Boden zeigt eine trichterförmige Einsenkung, das Infundibulum, dessen meist ventralwärts gerichtete Einstülpung den Recessus infundibuli darstellt, während die kaudaler gelegene den nur bei *den niederen Cranioten* vorhandenen Recessus sacci bildet.

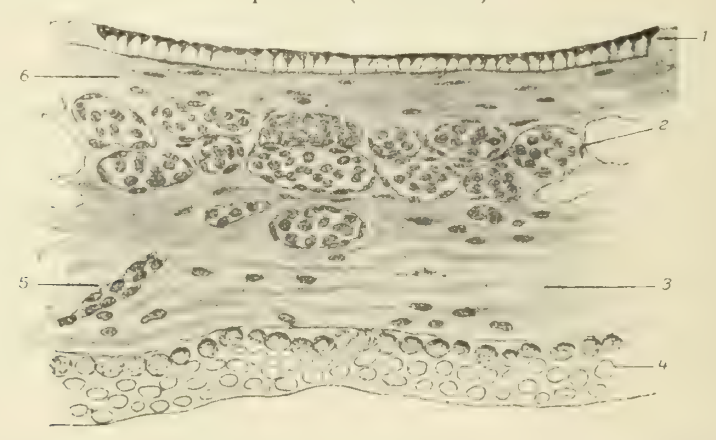
Die Hypophyse *beider Cyclostomen-Gruppen* ist (nach Sterzi) als eine geschlossene Drüse zu bezeichnen, deren Sekret wohl in die blutführenden Kapillaren übertritt.

Der Grund des Infundibulums ist mit der Basis des Craniums besonders fest verbunden. Der Hypophysenraum stellt bei *beiden Gruppen* eine geschlossene Höhlung in der Schädel-Basis dar, die von der Schädel-Höhle so wie vom Ductus nasopharyngeus durch Lagen von Bindegewebe, das bindegewebige und elastische Elemente enthält, getrennt wird. Von der Hauptmasse der Hypophyse ist bei *Myxine* Linnaeus im vordersten Abschnitt des Hypophysenraumes ein Teil der Drüse abgetrennt, der (nach Sterzi) mit dem chromophilen Teil der *Petromyzoniden-Hypophyse* zu homologisieren ist. Nur sehr selten sind die Tubuli der Hypophyse dem Epithel des Ductus naso-pharyngeus genähert.

Die Hypophyse von *Myxine* Linnaeus stellt eine von oben nach unten stark zusammengedrückte elliptische Drüse dar, deren Längsachse von vorn nach hinten geht. Ihre Oberflächen, sowohl die untere wie die obere, sind nicht glatt, sondern weisen viele kleine Hervorragungen und Ausbuchtungen der das Organ bildenden



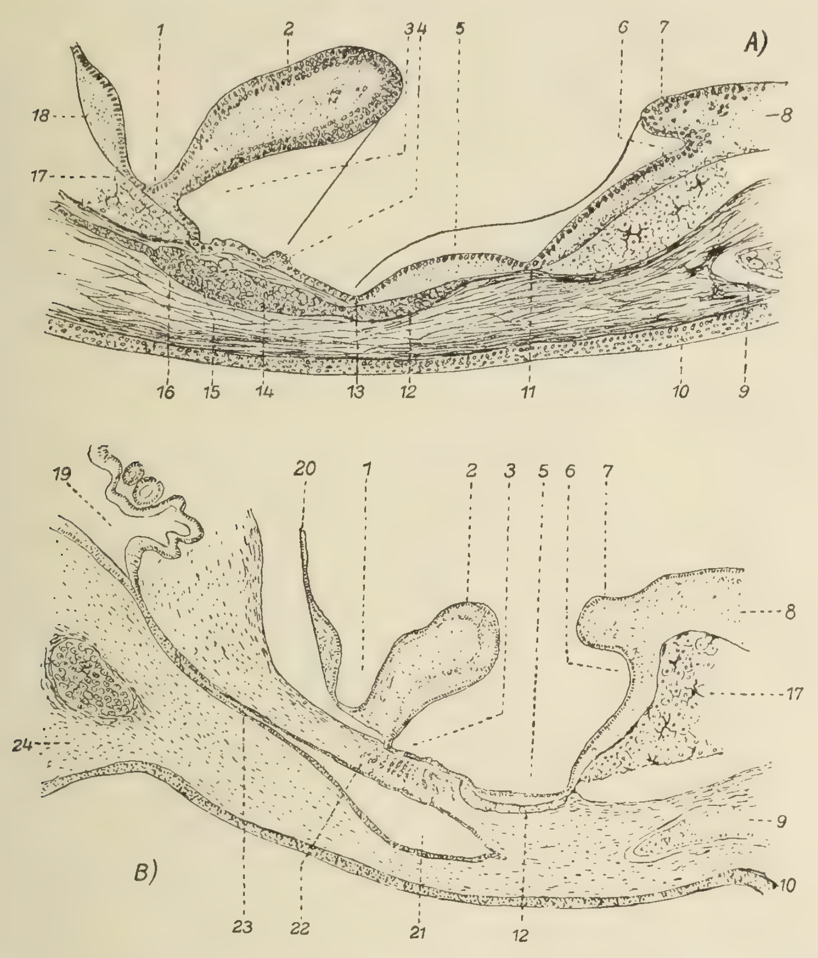
Figur 281. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *medianer Sagittalschnitt durch das Infundibulum und seine Divertikel.* (*1*) Basis des Rhombencephalons; (*2*) Sinus superior; (*3*) Saccus infundibularis; (*4*) Hinterende des Saccus infundibularis; (*5*) Basis cranii (Schädelbasis); (*6*) Verbindungen zwischen dem Lobus posterior der Hypophyse und der Mucosa des Ductus nasopharyngeus; (*7*) Lobus posterior (hinterer Lappen) der Hypophyse; (*8*) Lobus anterior (vorderer Lappen) der Hypophyse; (*9*) Falten der Infundibularwand; (*10*) Sinus postopticus; (*11*) Chiasma opticum. (Nach Sterzi)



Figur 282. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus. (*1*) Boden des Saccus infundibularis; (*2*) Hypophyse; (*3*) Kranialbasis zwischen (*2*) und (*4*); (*4*) Mucosa des Nasen-Gaumenganges (Ductus naso-pharyngeus); (*5*) Stränge zwischen (*2*) und (*4*); (*6*) Kranialbasis zwischen (*1*) und (*2*). (Nach Sterzi)

Gewebsstränge auf. Die Drüse zeigt nur eine nicht sehr deutlich ausgesprochene Unterscheidung in einen vorderen und einen hinteren Teil. Der vordere ist von wenigen, gewöhnlich schrägen, epithelialen Strängen gebildet, die auch unter den Lobus posterior hinabziehen (Figur 281). Sie haben kein Lumen und entsprechen denen des gleichnamigen Lobus bei *den Petromyzoniden*. Der hinter diesem Lobus anterior gelegene hintere Hypophysenteil entspricht dem mittleren und hinteren Lappen *der Petromyzoniden-Hypophyse*.

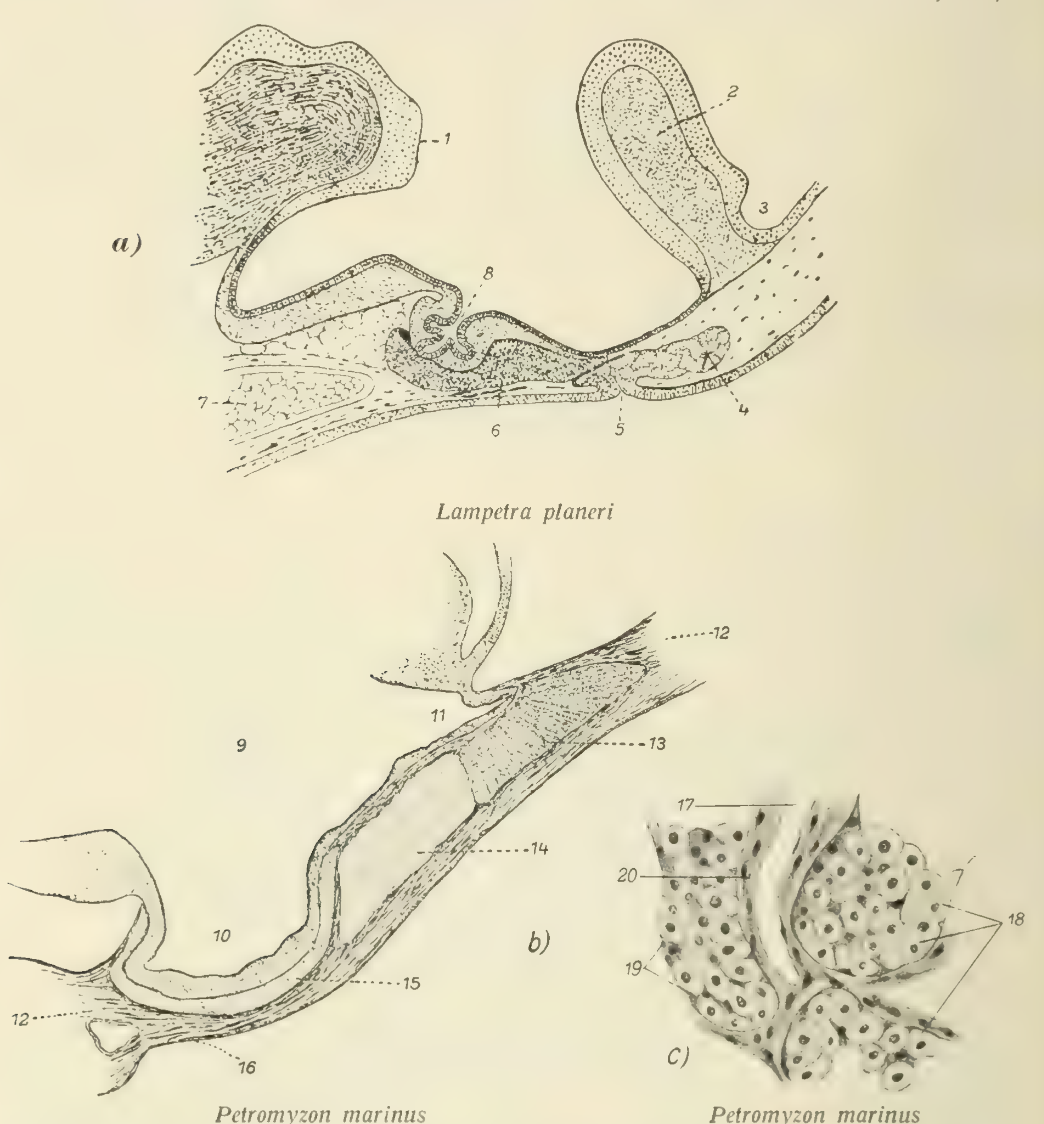
Der Infundibular-Fortsatz (Hypophysis, saccus vasculosus Worthington) ist (nach Worthingtons Untersuchungen) bei *Bdellostoma* Johannes Müller (*Homea* Fleming) an einen in der Mittel-Linie des Zwischenhirns, in dessen hinterer Hälfte befestigten Stiel angeheftet (Figur 244). Seine Höhlung ist in



Figur 283. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *medianer Sagittalschnitt im Infundibulargebiet* und *von der Schädelbasis bei einem Ammocoetes* ***A*** *von 70 Millimeter Länge,* ***B*** *bei einem in Verwandlung zur Imago befindlichen.* (*1*) Recessus praeopticus; (*2*) Vorstülpung des Chiasmas; (*3*) Sinus postopticus; (*4*) Querfalte des Infundibulums; (*5*) Saccus infundibularis; (*6*) Sinus superior; (*7*) Tuberculum posterius; (*8*) Basis mesencephalica; (*9*) Chordaspitze; (*10*) Mucosa des Pharynx; (*11*) hinterer Sulcus infundibularis; (*12*) hinterer Lappen (Lobus posterior) der Hypophyse; (*13*) vorderer Sulcus infundibularis; (*14*) mittlerer, (*15*) vorderer Hypophysen-Lappen; (*16*) Umriß des Hypophysenteils des Ductus naso-pharyngeus; (*17*) Perimeningealgewebe; (*18*) Commissura olfactoria inferior; (*19*) Riech-Organ und Öffnung des Ductus naso-pharyngeus; (*20*) Lamina terminalis; (*21*) Saccus pharyngeus; (*22*) Vorder- und Mittel-Lappen der Hypophyse; (*23*) Ductus naso-pharyngeus; (*24*) Schädelbasis. Die ausgezogenen Linien geben die Grenzen des Sinus postopticus (*3*), des Saccus infundibularis (*5*) und des Sinus superior (*6*) wieder; der Raum zwischen ihnen ist das Infundibulum im engeren Sinne. (Nach Sterzi)

Verbindung mit der Infundibular-Höhle und durch zylindrische Ependym-Zellen mit langen, steifen Fortsätzen begrenzt, die gewöhnlich die Fortsetzung der langen Zell-Achse bilden oder leicht von ihr abbiegen. Die Höhlung wird von einer einfachen, sehr dichten Zell-Lage umschlossen, deren Zell-Längsachsen rechtwinklig zur Ebene des Bodens der Höhlung stehen und deren Fortsätze,

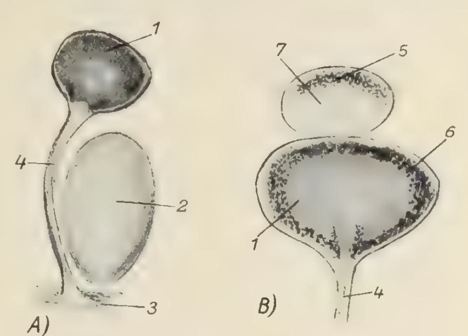
von der der Höhlung abgewendeten Seite kommend, durch die Wandung zu ihrer entgegengesetzten Seite dringen. Das Dach dieser Höhlung ist etwa 2- bis 3-mal so dick wie der Boden und besteht aus einer inneren Grenzschicht, die,



Figur 284. Cyclostoma. — ***a*** *Lampetra planeri* (Bloch), ***b*** und ***c*** *Petromyzon marinus* Linnaeus. ***a*** und ***b***: *mediane Sagittalschnitte durch die Infundibular-Region und die Hypophyse*; ***c***: *Stränge des Mittel-Lappens* (*14*) *von* ***b***. (*1*) Tuberculum posterius; (*2*) Chiasma opticum; (*3*) Recessus opticus; (*4*) Drüse des Ductus naso-pharyngeus; (*5*) Epithel der Dorsalwand des Ductus naso-pharyngeus als Fortsetzung der Drüse; (*6*) Infundibulardrüse; (*7*) Chorda dorsalis; (*8*) knopfförmiger Infundibularfortsatz; (*9*) Infundibulum; (*10*) Saccus infundibularis; (*11*) Recessus postopticus; (*12*) Schädelbasis; (*13*) vorderer, (*14*) mittlerer, (*15*) hinterer Hypophysenabschnitt; (*16*) Mucosa des Nasen-Gaumenganges; (*17*) blutführende Kapillaren; (*18*) große Zellen; (*19*) kleine Zellen; (*20*) Stroma. (***a*** nach Kupffer, ***b*** und ***c*** nach Sterzi)

abgesehen von der weniger dichten Lage ihrer Zellen, der des Bodens ähnlich ist, und einer äußeren dorsalen Zell-Lage mit einer sehr großen Anzahl Ependym-Zellen, die, jede von der anderen getrennt, mit den Fortsätzen nach allen Richtungen des Raumes liegen. Diese dorsale Schicht zeigt gelegentlich auch

große, runde Zellen mit runden Kernen. An dem kaudalen Ende des Daches liegt eine vorwärts gerichtete, kleine Ausstülpung, deren Verlängerung die eben erwähnte dorsale Schicht zu sein scheint. Hier und da findet sich ein Zwischenraum zwischen den beiden Schichten, anderwärts werden sie durch Fortsätze von Zellen zusammengehalten. Unmittelbar hinter dem Stiel vermischen sie sich und fließen in 1 Schicht zusammen. Der Kanal des Stiels liegt nicht in der Mitte, sondern hinter der vorderen oberen Fläche, so daß seine Vorderwand die Fortsetzung des dünnen Bodens, die Hinterwand dagegen die des Dachs der Höhlung ist. Der Infundibular-Fortsatz liegt zwischen dicken Fasern des membranösen Craniums eingebettet und unmittelbar unter ihm, nur durch eine Lage von Bindegewebe getrennt, liegt die Hypophysis, die aus einer sehr verwickelten, drüsigen Röhre besteht, die keine Mündung besitzt.



Figur 285. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Parietal-Organe. A Pinealnerven-Verlauf beim Ammocoetes*; ***B** Pigment-Verteilung.* (*1*) Pineal-Organ, Endblase; (*2*) rechtes Habenular-Ganglion; (*3*) hintere Kommissur; (*4*) Pineal-Nerv; (*5*) pigmentierte Zone der oberen Wand des Parapineal-Organes; (*6*) Zone, in der außer dem weißen auch ein braun-gelbliches Pigment im Pineal-Organ vorkommt; (*7*) Parapineal-Organ. (Nach Tretjakoff)

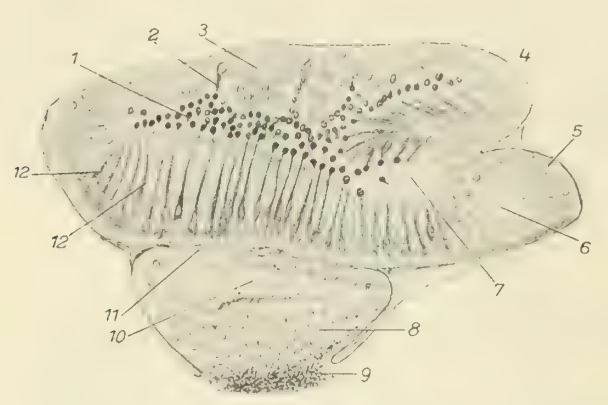
Bei *Petromyzon* Linnaeus bleibt der Boden des Recessus infundibuli zeitlebens eine ziemlich gleichmäßig unverdickte Lamelle, die nach dem Darmteil zu als glatte Wand verläuft, innen jedoch, besonders lateral, leichte Einkerbungen aufweist (Figur 279, 284 b).

Unmittelbar an den Hirnteil schließt sich der als Zwischen-Lappen bezeichnete Teil des Darmteils an. An ihm lassen sich wiederum 3 Teile unterscheiden: (1) der Zwischen-Lappen (chromophober Teil nach Sterzi und Gentes), (2) der Hauptlappen (chromophiler Teil nach Sterzi und Gentes), (3) der zwischen ihnen gelegene, einen Übergang zwischen ihnen darstellende Mittel- oder Übergangs-Teil. Der Zwischen-Lappen ist ein verhältnismäßig einfach gebautes Gebilde, das sich napfförmig um die Vorbuchtung des Infundibular-Trichters herumlegt und ihn innig umschmiegt. Vor ihm liegt ein durch Bindegewebe gesonderter Teil, der (nach Stendell) nicht dem Zwischen-Lappen zugehört (wie Sterzi meint), sondern einen Übergang zu dem ganz vorn gelegenen Haupt-Lappen darstellt, zu dem er eher gehört. Der Haupt-Lappen bildet beim *erwachsenen Tier* ein aus soliden Strängen zusammengesetztes, sowie überhaupt die ganze Hypophyse kompaktes, abgerundetes Gebilde, das nach außen von einer Kapsel umgeben ist. Der mittlere Drüsenteil der Hypophyse besitzt Zell-Stränge, die von Blutgefäßen geschieden werden. Der vorderste, der nicht sehr stark entwickelte Haupt-Lappen, ist aufgebaut aus unregelmäßigen, sehr stark färbbaren Zellsträngen, die Granula enthalten. Seine Zellen sind in der Größe verschieden. Er ist reichlich mit Blut-Bahnen versehen, die die Zell-Stränge voneinander abtrennen.

Parietalorgane der Petromyzoniden

Die Petromyzoniden haben 2 Parietalorgane. Ein oberes, größeres, das Pinealorgan (Scheitelauge), und ein unteres, kleineres, das Parapinealorgan. Das Pinealorgan besteht aus einer chordalwärts gerichteten Ausstülpung des Hirn-Daches. Die 2 Teile haben einen hohlen, dem Hirn-Dach vor der Commissura

posterior aufsitzenden Stiel und einen bläschenförmigen, abgeplatteten Endteil. Innerviert werden sie von dem Pinealnerven, der in die Commissura posterior einläuft und dessen Fasern noch weiter in das Mittelhirn eindringen. Der Parapinealnerv verbindet sich hauptsächlich mit dem linken Habenular-Ganglion, von dem aus Fasern weiter zentralwärts fortsetzen und in schwächerem Maße auch mit dem rechten Habenular-Ganglion.



Figur 286. CYCLOSTOMA. – *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *fast medianer sagittaler Längsschnitt durch die Parietal-Organe des Ammocoetes.* (*1*) Endstück der Sinnes-Zelle; (*2*) Sinnes-Zelle der Pellucida; (*3*) Pellucida; (*4*) Pineal-Organ; (*5*) Pineal-Nerv; (*6*) Hohlraum von (*5*); (*7*) Atrium; (*8*) Parapineal-Organ; (*9*) Faserschicht von (*8*); (*10*) Koagulum-Netz; (*11*) Blutkapillare in der Zwischenwand der Parietal-Organe; (*12*) Sinnes-Zelle. Das Atrium liegt fast in der Ebene der Endblase. (Nach Tretjakoff)

Auch bei den Parietalorganen sind so wie beim Rückenmark, abgesehen von der Größe, keinerlei Unterschiede zwischen *Ammocoetes* und *dem erwachsenen Tier* zu finden. Was zunächst die Deutung dieser Organe anbetrifft, so sind sie nach den Untersuchungen von Nowikoff als photoperzeptorische Organe aufzufassen, hingegen vertritt Retzius die Ansicht, daß das Parietalorgan sicher kein Auge sei. Nach Studnička erinnert die ganze untere Wand des Pinealorgans auffallend an die allerdings nicht umgekehrte Retina eines *paarigen Wirbeltier-Auges.* Tretjakoffs Untersuchungen zufolge besitzen die Stütz- und Ependym-Zellen des Parietalorgans auch sekretorische Tätigkeit. Er tritt der Ansicht Studničkas bei, daß wir es hier mit sogenannten »Ependym-Sinnesorganen« zu tun haben. Die gegenseitige Lage und Form der Parietal-(Pineal-) Organe ist ziemlicher Variabilität unterworfen, weniger bei *Ammocoetes* als beim *erwachsenen Tier.* Das Ganglion habenulae sinistrum, das sich mit dem Parapinealorgan verbindet, liegt oft ganz median und in diesem Fall sind auch Pineal- und Parapinealorgan vollkommen symmetrisch gelegen. Der Pinealnerv verläuft bogenförmig neben dem linken Rand des Ganglion habenulae dextrum, da dieses mit einem Teil seines Querdurchmessers nach links von der Medianebene herüber-



Figur 287. CYCLOSTOMA. – *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *medianer sagittaler Längsschnitt durch die Parietal-Organe des erwachsenen Tieres.* (*1*) Randsinus; (*2*) Zellen des Randgebietes der Endblase des Pineal-Organes; (*3*) Pellucida; (*4*) Sinnes-Zellen der Pellucida; (*5*) Pineal-Organ; (*6*) in Fasern ausgezogene Verbindungsstücke der Pellucida-Zellen; (*7*) Endknopf der Sinnes-Zelle; (*8*) Parapineal-Organ; (*9*) Faserschicht von (*8*); (*10*) distale, pigmentierte, (*11*) proximale, nicht pigmentierte Abteilung des Atriums; (*12*) Pineal-Nerv; (*13*) Falte der Wand des Pineal-Organs, die die Endblase vom Atrium trennt. (Nach Tretjakoff)

reicht und dadurch das linke Ganglion habenulae mit dem hintersten Abschnitt des Parapinealorgans von oben her bedeckt. In anderen Fällen ist das Parapinealorgan unsymmetrisch, während das Pinealorgan symmetrisch bleibt oder links von der Medianlinie abrückt. Diese Verlagerung und der Grad der Verschiebung hängt von dem kleineren oder größeren Wachstum des Ganglion habenulae dextrum auf die linke Seite ab.

Die Lage des Parapinealorgans zum Pinealorgan ist nicht bloß bei *den verschiedenen Gattungen und auch Arten* verschieden, sondern variiert auch bei *jeder einzelnen* sehr beträchtlich. Sehr oft liegt es zum Beispiel, bei *Lampetra fluviatilis* Linnaeus, unterhalb des mittleren Gebietes des Pinealorgans, ohne dieses mit seinen Enden zu berühren; es kann aber auch unter seiner vorderen Hälfte liegen und berührt dann mit seinem Vorderende die Schädeldecke; oder es liegt noch weiter vorn, so daß seine ganze vordere Hälfte vom Pinealorgan unbedeckt bleibt und sich direkt der Randzone der Parietalcornea anlegt; und schließlich auch so weit hinten, daß sein Hinterrand noch hinter das Atrium reicht. Eine ähnliche Variabilität weist auch die Paraphyse auf.

Figur 288. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *frontaler Querschnitt des Pineal-Organs des erwachsenen Tieres. In der Pellucida kurze Sinnes-Zellen.* (*1*) Innerste Pia-Lamelle; (*2*) obere Wand; (*3*) Neuriten der Sinnes-Zellen der Pellucida; (*4*) Sinnes-Zellen der oberen Wand; (*5*) Ganglien-Zelle; (*6*) Endstück der Sinnes-Zelle; (*7*) nervöses Geflecht der unteren Wand; (*8*) untere Wand; (*9*) Sinnes-Zellen von (*8*); (*10*) weißes Pigment. (Nach Tretjakoff)

In der Wand der Endblase des Pinealorgans sind 3 Gebiete zu unterscheiden: die untere, verdickte, pigmentierte Platte (retinale Schicht oder Retina der Parietalorgane nach verschiedenen Autoren), die obere, nichtpigmentierte Platte oder Pellucida und das Übergangsgebiet zwischen diesen beiden, das als Randgebiet zu bezeichnen ist.

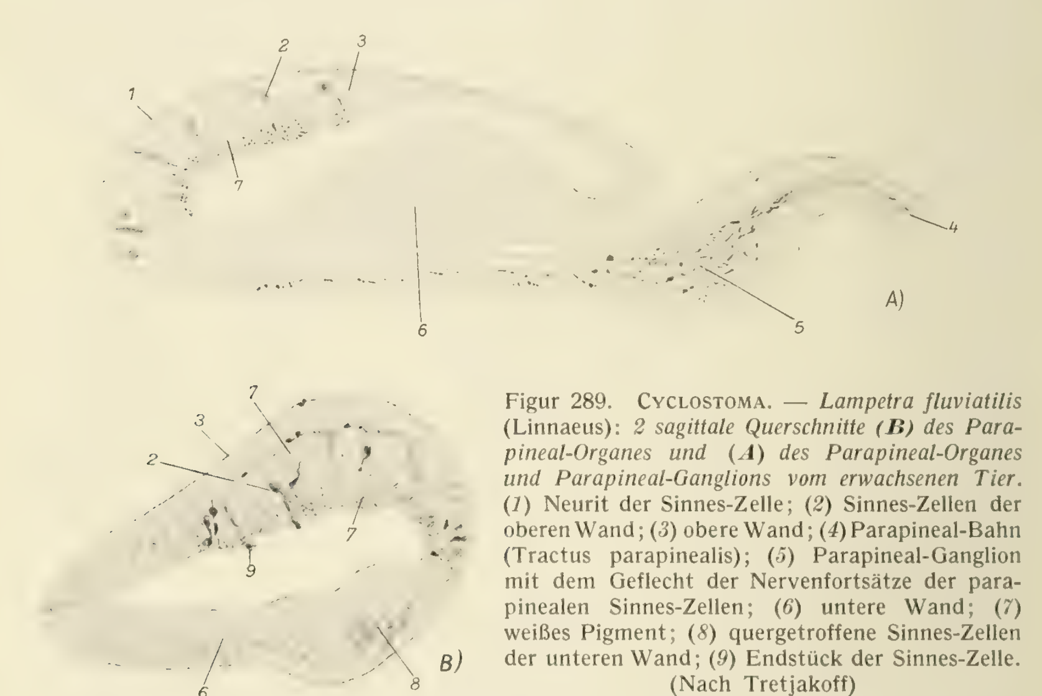
Meist haben beide Organe (Pineal- und Parapineal-Organ) Pigment; das Parapinealorgan allerdings oft in bedeutend geringerer Menge. Manchmal fehlt es dort auch vollständig.

Ein Teil der die Parietalcornea passierenden Lichtstrahlen gelangt wohl auch in das Parietalorgan.

Die obere Seite der Pellucida, also die Oberfläche des Pinealorgans selbst, ist flach oder leicht konvex. Der Binnenraum des Organs dürfte im Leben nur eine sehr geringe Spalte darstellen, in der die unteren Enden der Pellucida-Zellen unmittelbar die kolbenartigen Fortsätze der Studničkaschen Sinnes-Zellen berühren.

Auch die Form des Pinealorgans ist sehr variabel. Es kann kreisrund oder ein wenig nach vorn verlängert aussehen, insbesondere bei medianer Lage der Parietalorgane, ist also dann ganz symmetrisch geformt, sein Atrium mit dem distalsten Abschnitt des Nervus pinealis streng median gelegen. Zuweilen aber

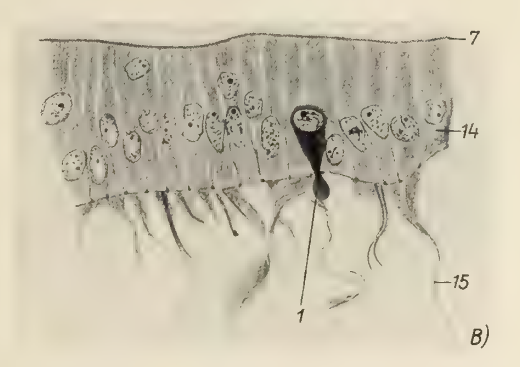
ist die retinale Platte asymmetrisch, dergestalt, daß die linke Hälfte nicht der rechten entspricht. Oft hat es auch eine querovale oder eiförmige Form, wobei Atrium und Ursprungsstelle des Nervus pinealis auf der linken Seite liegen. All das spricht dagegen, daß die beiden Parietalorgane (Pineal- und Parapineal-Organ) homomeren Ursprungs sind, wie manche Autoren annehmen, wonach das Parapinealorgan als linkes, das Pinealorgan als rechtes Auge gedeutet wird.



Figur 289. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *2 sagittale Querschnitte (**B**) des Parapineal-Organes und (**A**) des Parapineal-Organes und Parapineal-Ganglions vom erwachsenen Tier.* (*1*) Neurit der Sinnes-Zelle; (*2*) Sinnes-Zellen der oberen Wand; (*3*) obere Wand; (*4*) Parapineal-Bahn (Tractus parapinealis); (*5*) Parapineal-Ganglion mit dem Geflecht der Nervenfortsätze der parapinealen Sinnes-Zellen; (*6*) untere Wand; (*7*) weißes Pigment; (*8*) quergetroffene Sinnes-Zellen der unteren Wand; (*9*) Endstück der Sinnes-Zelle. (Nach Tretjakoff)

Am hinteren unteren Ende des Pinealorgans liegt das gleichfalls in seiner Lage und Form insbesondere beim *Bachneunauge* sehr variable Atrium, das eine direkte Fortsetzung der Endblase in die sich unmittelbar in die Atrialwand umwandelnde hintere Wand darstellt. Der Pinealnerv (Stiel der Epiphyse, Ahlborn) besteht beim *erwachsenen Lampetra* Gray gewöhnlich aus einzelnen, dicht nebeneinander verlaufenden Strängen, dergestalt, daß hinter dem Atrium vom Hauptbündel der Nervenfasern 2 bis 3 hinten neben den Hauptbündeln verlaufen, ihm dicht anliegende kleinere Bündel abzweigen, die sich kurz vor der Commissura posterior, mit deren Mitte das Hinterende des Nerven immer verbunden ist, wieder zum einzigen in diese Kommissur eindringenden Stamm vereinigen. Der Verlauf des Nerven in dem Teil neben dem Ganglion habenulae dextrum erfolgt beim *erwachsenen Tier* in einer Rinne des Ganglions, die an seiner linken Seite für ihn ausgespart ist, so daß er mehr oder weniger in die Substanz des Ganglions hineingepreßt erscheint. Niemals strahlen (nach den Untersuchungen Tretjakoffs) die Fasern des Nerven in das Ganglion habenulae dextrum selber ein (wie Dendy behauptet hat), sondern endigen immer in der Commissura posterior, die durch den Recessus infrapinealis vom Ganglion habenulae getrennt ist. Hinter dem Atrium findet sich im Innern des Pinealnerven ein runder Hohlraum, der meist vom Atrium ganz abgeschlossen ist und wohl eine sekundäre Erscheinung darstellt. Einen spaltförmigen Kanal konnte Tretjakoff entgegen den Darstellungen

anderer Autoren nicht finden. Der Pinealnerv ist von langen, verästelten Pigment-Zellen bedeckt. Außerdem findet sich auch oft weißes Pigment in seiner distalen Hälfte. Dieses zieht mit dem Nerven in Form von Häufchen fast bis zum vorderen Rand des Ganglion habenulae dextrum. Die Eintrittsstelle des Pinealnerven in die Commissura posterior liegt immer median. Er wird von einem Blutgefäß (Pinealarterie nach Tretjakoff) begleitet, das sich mit dem zwischen dem Pinealorgan und der oberen Wand des Parapinealorgans liegenden Kapillarennetz verbindet, während seitlich und oberhalb des Pinealorgans keine Blutgefäße liegen, so daß der Durchgang der Lichtstrahlen durch die dort befindliche Pellucida nicht durch Blut gestört wird. Dagegen ist vom Parapinealorgan nur die die pigmentierte Stelle der Pellucida dieses Organs darstellende vordere Seitenfläche, also das vielleicht der Lichtperzeption dienende Gebiet, frei von Blutgefäßen, während die anderen Teile der seitlichen Fläche Kapillaren besitzen können. Das Parapinealorgan hat im Gegensatz zum Pinealorgan mit dem Ganglion habenulae sinistrum unmittelbare Verbindung. Tretjakoff faßt den vorderen Teil dieses Ganglions, den er als Ganglion parapineale bezeichnet, als Glied des Parapinealorgans auf, zumal Verlängerungen des Innenraums des Parapinealorgans sich immer in das Ganglion fortsetzen. Es wird mit dem eigentlichen Ganglion habenulae durch ein Polster aus Ependym verbunden, das vom Ganglion parapineale zum linken Ganglion habenulae ziehende Fasern (Tractus habenularis) enthält, die Tretjakoff Tractus parapinealis nennt.



Figur 290. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitte durch das Pinealorgan, **A** durch die untere Wand der Endblase, **B** durch die Pellucida.* (*1*) Endknopf der Sinnes-Zelle; (*2*) Stiel des Endknopfes; (*3*) Kuppen der Pigment-Zellen; (*4*) Sinnes-Zelle; (*5*) Kern der Sinnes-Zelle; (*6*) Ganglien-Zelle; (*7*) Pia-Schicht; (*8*) Blutgefäß; (*9*) rote Blutkörperchen; (*10*) Halbmondkörperchen in den Sohlen der Pigment-Zellen; (*11*) Nebenkörper der basalen Zelle; (*12*) Pigment-Zelle; (*13*) Halbmondkörperchen; (*14*) Körper der Stütz-Zelle; (*15*) Rest des Verbindungsstückes. (Nach Tretjakoff)

Kurz zusammengefaßt besteht das Pinealorgan aus dem Pinealnerven und dem eigentlichen Pinealorgan oder der etwa umgekehrt brotlaibförmigen, an der Oberfläche nur schwach gewölbten Endblase, die einen engen Binnenraum besitzt. An ihrem unteren hinteren Pol verdickt sich die untere Wand und zieht sich nach hinten kegelförmig aus (Atrium des Pinealorgans). Der ellipsoidale, nach hinten

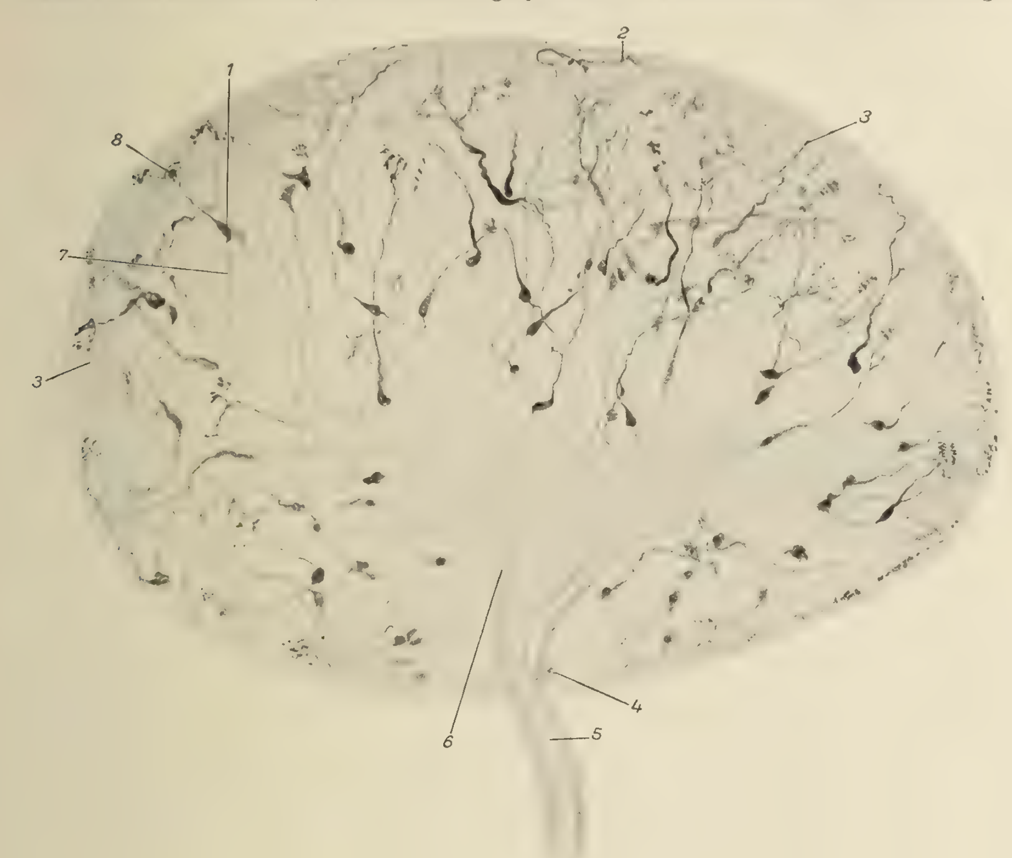
abgeschlossene Hohlraum dieses Teiles kommuniziert mit dem Hohlraum der Endblase. An seinem Hinterende verjüngt sich dieses Atrium zu einer kaudalen Fortsetzung, die die vordere, etwas dickere Partie des Pinealnerven darstellt, in der ein 2ter, allseitig abgeschlossener, sphärischer Hohlraum liegt. Der Pinealnerv spaltet sich in seinem weiteren Verlauf oft in mehrere sekundäre Nebenstränge, die sich im Gebiet zwischen dem Hinterrand des rechten Habenular-Ganglions und der hinteren Kommissur wieder zu einem in diese eintretenden Strang vereinigen. Anfangs- und Endteil des Nerven liegen meist median, der mittlere Abschnitt links vom Ganglion habenulae dextrum.

Das Parapinealorgan besteht gleichfalls aus 3 Abschnitten: der halbkugelförmigen, an ihrer unteren Wand durch einen Nervenfaserstrang unmittelbar mit dem Ganglion parapineale verbundenen Endblase, dem Parapinealganglion und dem von diesem zum linken Ganglion habenulae ziehenden Parapinealpolster, mit dem in ihm eingeschlossenen Tractus parapinealis. Beide Pinealorgane haben je eine dünne Piahülle, die in dem Zwischenraum zwischen ihnen von Blutgefäßen durchzogen wird, »eine Art Chorioidea für beide Organe«.

Die obere und untere Wand des Pinealorgans wird durch das schon erwähnte Übergangsgebiet getrennt, das eine im Querschnitt halbkreisförmige, sich ganz deutlich vom übrigen Hohlraum des Pinealorgans abhebende Rinne (Randsinus) bildet, die dadurch zustande kommt, daß an Stelle der zylindrischen Zellen sich in ihr ganz niedrige prismatische Zellen finden. Die untere Wand des Pinealorgans zeigt eine gewisse Schichtung, die Ähnlichkeiten mit der einer Retina aufweist, die aber (nach Tretjakoff) nur als Schichtung gleichartig differenzierter Teile derselben Zellen aufzufassen ist, also in tieferem Sinne keineswegs der der zelligen Elemente der Retina entspricht. Von verschiedenen Forschern ist eine verschiedene Anzahl von Schichten (bis zu 5; Dendy, Studnička) angegeben worden. Tretjakoff unterscheidet (in Übereinstimmung mit Beard) 3 Schichten, und zwar die untere faserige Schicht mit den in ihr zerstreuten großkörnigen Zellen, die Schicht der Kerne der Stütz- und Sinnes-Zellen und die obere Schicht der pigmentierten Stützzell-Körper. Die obere pigmentierte Schicht und die mittlere Kern-Abteilung sind nicht scharf voneinander abgegrenzt und die Kerne der letzten gehören manchmal schon der Pigmentschicht an, sowie es auch Pigmentkörnchen sogar in der unteren Faserschicht gibt. In der Zwischenwand des Atriums nimmt die faserige Schicht die Mittel-Lage zwischen oben liegender Kern- und unten liegender Pigment-Schicht ein. Struktur und Schichtung der unteren Wand setzen sich unverändert in die distale Partie des Atriums fort, dessen proximales Gebiet dagegen andere Struktur hat. Die Pigmentschicht geht im Atrium an seiner oberen und unteren Wand weiter, verschwindet dagegen so wie die Faserschichten im Übergangs- und Rand-Gebiet vollständig. Die Ganglien-Zellen liegen meistens einzeln oder nur in kleinen Gruppen von 2 bis 3 Zellen zwischen den Stütz-Zellen eingeschlossen in ziemlich gleichmäßiger Verteilung: in der unteren Wand derart, daß sie im Zentrum ganz senkrecht zur Horizontalebene stehen, während die mehr gegen den Rand stehenden immer schräger und schließlich im Randgebiet selbst fast in der Horizontalebene liegen. Die äußerste (hinterste) Schicht in der Endblase wird durch sehr feine variköse Nervenfasern gebildet, die sich, von allen Seiten der unteren Fläche des Pinealorgans fächerförmig zusammenlaufend, zum Anfangsstück des Pinealnerven sammeln. Im Randgebiet ziehen sie mehr durcheinander, kreuzen sich und senden einzelne Fasern um diesen Rand in die obere Wand hinüber. Die Form der Ganglien-Zellen variiert außerordentlich. Sie sind meistens bipolar, seltener tripolar. Es finden sich kurze und lange Zellkörper in sehr verschiedenen Formen, darunter auch ausgesprochen spindelförmige und birn- und retortenförmige; ebenso uni- und biterminale Zellen, also solche, deren Dendrit sich in 1 oder 2 Endbäumchen zerteilt. Mit zunehmendem Alter differenzieren sich diese Zellformen, die schon beim *älteren Ammocoetes* zu sehen sind, immer mehr. Sie unterscheiden sich durch diese Formenmannigfaltigkeit von den retinalen Ganglien-Zellen der lateralen Augen und sind mehr den peripherischen Ganglien-Zellen ähnlich, also den Spinal-Ganglienzellen nahe verwandt.

Unter den Sinnes-Zellen des Pinealorgans gibt es solche, deren Zell-Körper unmittelbar unter der Zelle in Endäste zerspalten ist (sie sind weitaus in der Mehrzahl) und solche, bei denen das untere Ende der Zelle ungeteilt in die Faserschicht umbiegt und in ihr parallel mit der unteren Fläche des Pinealorgans verläuft. Auf jeden Fall ist dieses untere Ende in einen Faden, einen zentralen Fortsatz (Neuriten) der Sinnes-Zelle ausgezogen, während der gegen den inneren Hohlraum des Organs ziehende Fortsatz als peripherer Fortsatz zu bezeichnen ist. Das Ende des gegen den Hohlraum gerichteten

Zell-Fortsatzes ragt mit einer knopfartig abgerundeten Anschwellung in diese Höhle selbst hinein und hat dort eine sehr charakteristische, aus fächerförmigen oder äußerst feinen konzentrischen Lamellen bestehende Endkappe aufsitzen. Die Anschwellung wird als Stiel, die Kappe als Endknopf des Endstückes bezeichnet. In den Sinnes-Zellen verlaufen Neurofibrillen in nicht besonders bedeutender Anzahl bis in den Stiel des Endstückes, wo sie sich unterhalb des Endknopfes in noch feinere, in der Peripherie des Endknopfes verlaufende Fibrillen auflösen, während sie sich im entgegengesetzten, zentralen Fortsatz verflechten, am unteren, zugespitzten Ende sammeln und zu einem einzigen



Figur 291. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Gesamtpräparat des Pineal-Organs des erwachsenen Tieres.* Das Organ ist mit seiner unteren Wand aufwärts gewendet. Pigmente sowie Sinnes-Zellen, außer den randständigen, nicht abgebildet. (*1*) Ganglien-Zelle; (*2*) tangentielle Ganglien-Zelle des Randgebietes; (*3*) Sinnes-Zelle; (*4*) Ganglien-Zelle der hinteren Endblasenwand; (*5*) Pineal-Nerv; (*6*) Neuritengeflecht an der Atriumwand; (*7*) Neurit; (*8*) Endverzweigung des Dendriten. (Nach Tretjakoff)

Neurofibrillenbündel vereinigen. Das untere Ende des Zell-Körpers geht entweder ganz scharf oder allmählich in den fadenförmigen, zentralen, den Nervenfortsatz der Zelle bildenden, mit einer Endplatte oder mit Varikositäten endigenden Fortsatz aus. Die Endigungen der Nervenfortsätze liegen in der Schicht, in der sich die Endbäumchen der Ganglien-Zellen ausbreiten, die sich mit mehreren von ihnen verflechten. Außer diesen isolierten Sinnes-Zellen finden sich noch, allerdings in geringerer Anzahl, sogenannte Sinnes-Zellen, deren Nervenfortsätze sich mit denen anderer in sternförmig aussehenden, auch eine Kittsubstanz aufweisenden Knotenpunkten verbinden, die alle miteinander ein weitmaschiges Netz in der Schicht der Endbäumchen bilden. Es treten in diesen Sternen mehr Fasern ein als aus. Die austretenden bilden die verbindenden Stränge zwischen den Sternen. Dieses System der Sterne dürfte eine für die Assoziation der Lichtreize bestimmte Vorrichtung sein, deren Verbindungsfasern wohl die Sammelfasern darstellen, die den Reiz einzelner Zellen sammeln und von einem Stern zum

anderen und schließlich durch die gangliösen Endbäumchen den Ganglien-Zellen selber weitergeben. Sie sind im zentralen und im Randgebiet vorhanden. Das nervöse Geflecht der unteren Faserschicht zeigt also die Endbäumchen, die Körper und die Dendriten der Ganglien-Zellen, die Endverzweigungen der isolierten und die Nervenfortsätze mit den Sternen der verbundenen Sinnes-Zellen und ganz unten zwischen den Fußstücken der Stütz-Zellen die aus dem allgemeinen Geflecht austretenden varikösen Nervenfortsätze der Ganglien-Zellen.

Unter den Stütz-Zellen finden sich auch wieder 2 Arten: die Pigment-Zellen und die hellen basalen Zellen. Das Vorhandensein von Neuroglia-Zellen (Studnička) wird von Tretjakoff bestritten. Die Pigment-Zellen laufen an ihrem unteren Ende in einen oder mehrere Fortsätze aus, die mit seitlichen Abzweigungen nachbarliche Stütz-Zellen miteinander verbinden und sich dann mit etwas erweiterten kegelförmigen Enden an die Piascheiden anheften, wodurch ein die eingeschlossenen Ganglien-Zellen und Teile des Nervengeflechts stützendes Fachwerk gebildet wird. Ihr oberer pigmentierter Abschnitt wölbt sich kuppelartig in den Hohlraum der Endblase vor, außer bei den ganz randständigen Zellen, die nahezu flache obere Begrenzung haben. Sie enthalten zweierlei Pigment, das weiße, das (nach Leydigs Untersuchungen) bei durchfallendem Licht schmutziggelbe Farbe zeigt, dem guaninhältigen Pigment der Hautdecke entspricht und bei auffallendem Licht weiß erscheint, sowie in geringerer Zahl braunschwarzes (nach Tretjakoffs Untersuchungen) eigentlich sehr hellgelbes, vollkommen durchsichtiges Körnchen-Pigment, das nur durch verschiedene Reagentien braunschwarz gefärbt wird. Es kommt in größerer Anzahl in der Randpartie und im Atrium vor und liegt so wie das weiße immer intrazellulär, niemals interzellulär.

Während im unteren Fortsatz und in dessen Verästelungen Stützfasern nachzuweisen sind, ist das Plasma der oberen Abteilung der Pigment-Zellen immer granulär. Im Inneren der Stütz-Zellen lassen sich meist halbmondförmige oder spindelförmige Körperchen, sowie manchmal runde, doppelt zusammengesetzte Körnchen nachweisen, von denen die ersteren wohl die Vorstufen der letzteren sind. Sie haben jedenfalls sekretorische Funktion, die offenbar im basalen Teil der Stütz-Zellen, wo sie am häufigsten sind, besonders groß ist. Auch die Basal-Zellen haben sekretorische Funktion. Die Anzahl der beiden sekretorischen Zellen-Arten ist nicht geringer als die der Sinnes-Zellen, so daß dem Parietalorgan neben der photoperzeptorischen Tätigkeit auch die Tätigkeit einer inneren sekretorischen Drüse in gleichem Maße zukommt. Auch darin liegt ein Unterschied der Zirbeldrüse von den lateralen Augen, die zwar auch sekretorische Tätigkeit besitzen, aber nicht von Haus aus Drüsen mit innerer Sekretion darstellen. Degeneration und Regeneration der sekretorischen Zellen findet sich auch bei *erwachsenen Tieren.* Die Ausscheidung der Sekrete dürfte wohl nicht in den Hohlraum, sondern hauptsächlich in die engen, an das Parapinealorgan herantretenden Blutgefäße erfolgen. Bindegewebige Elemente finden sich in der unteren Wand des Pinealorgans nicht.

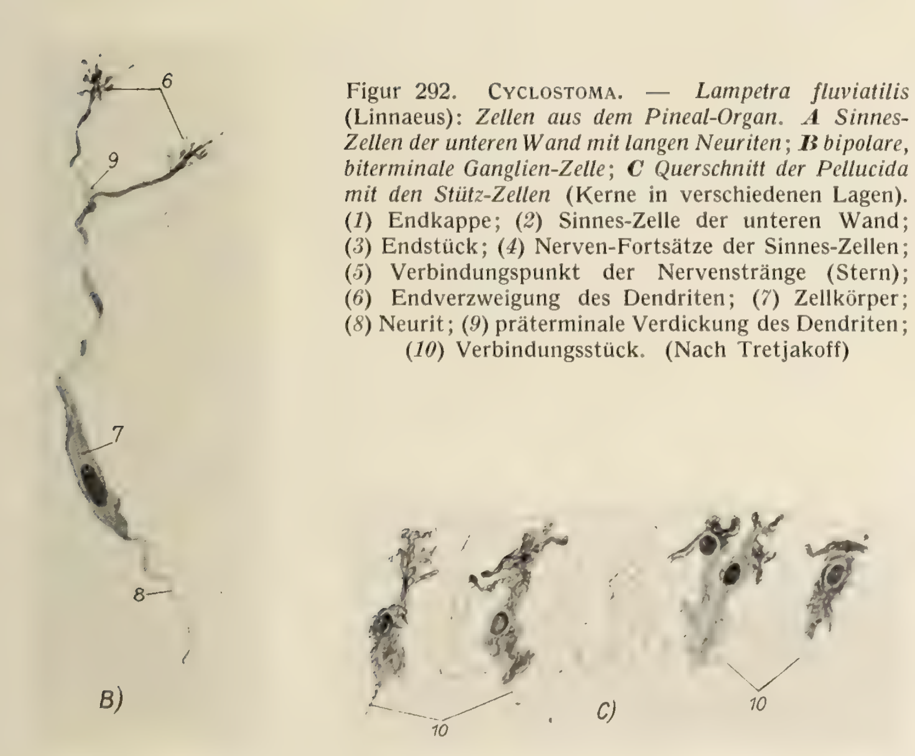
Die obere Wand, die bei verschiedenen Arten Verschiedenheiten aufweist, setzt sich aus den schon besprochenen Zellen des Randgebietes und aus Pellucida-Zellen zusammen, von denen sich gleichfalls 2 Arten vorfinden.

(1) Solche, die den Sinnes-Zellen der unteren Wand bis auf geringfügige Unterschiede vollständig ähneln: die oberen Sinnes-Zellen, die lange Neuriten besitzen, die sich in den oberflächlichen Schichten der Pellucida sammeln und peripheriewärts radial verlaufende, keine Geflechte oder eine kontinuierliche Schicht zusammensetzende, sondern stets durch freie Zwischenräume voneinander getrennte Stränge bilden. Auch Sterne und Neuronenfasern kommen in der Pellucida vor. Sämtliche Stränge biegen schließlich in die untere Pinealwand ein und treten sogleich in ihr Geflecht, in dem sie sich wohl ebenso wie die Nervenfasern der unteren Sinnes-Zellen verlieren. Die Form der oberen Sinnes-Zellen ist sehr verschieden. Die längsten finden sich in den stalaktitartigen Fortsätzen der Pellucida in das Innere des Hohlraumes. Sie sind spindelartig oder pyramidal geformt. Ihr Kern ist rundlich.

(2) Die Stütz-Zellen sind zylindrische Zellen mit ovalem meist dem unteren Zellende näher liegenden Kern, fibrillärem Plasma und kleinen Körnchen und sehr unregelmäßig gestalteten Seitenflächen, die mit kurzen, seitlichen, manchmal Endverzweigungen aufweisenden Fortsätzen versehen sind. Diese dringen in die entsprechenden Einbuchtungen benachbarter Stütz-Zellen ein, wodurch alle Stütz-Zellen miteinander verflochten werden; die Stütz-Zellen dürften eine gewisse Kontraktilität besitzen.

Nach dem eben beschriebenen Bau der oberen Wand ist es kaum von der Hand zu weisen, daß auch sie eine ähnliche photoperzeptorische Tätigkeit hat wie die untere. Der Hohlraum ist ein lakunärer, der sich in verschiedene Teile gliedern läßt, und hat



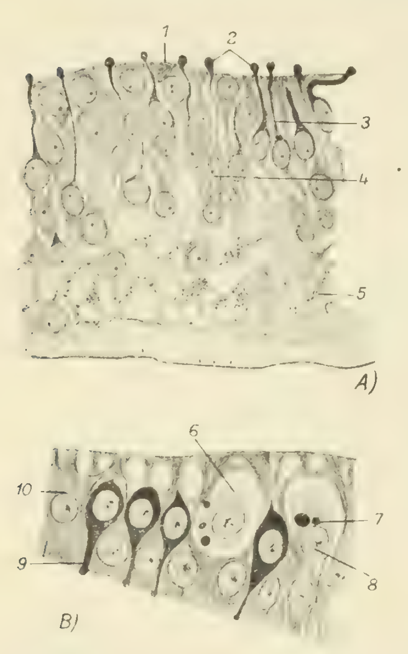


Figur 292. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zellen aus dem Pineal-Organ.* ***A*** *Sinnes-Zellen der unteren Wand mit langen Neuriten*; ***B*** *bipolare, biterminale Ganglien-Zelle*; ***C*** *Querschnitt der Pellucida mit den Stütz-Zellen* (Kerne in verschiedenen Lagen). (*1*) Endkappe; (*2*) Sinnes-Zelle der unteren Wand; (*3*) Endstück; (*4*) Nerven-Fortsätze der Sinnes-Zellen; (*5*) Verbindungspunkt der Nervenstränge (Stern); (*6*) Endverzweigung des Dendriten; (*7*) Zellkörper; (*8*) Neurit; (*9*) präterminale Verdickung des Dendriten; (*10*) Verbindungsstück. (Nach Tretjakoff)

Figur 292.

keinen Glaskörper. Außer dem Spaltraum, in den die Endköpfe der Sinnes-Zellen hineinragen, sind noch die Randlakunen (der Randsinus) und die Hohlräume zwischen den unteren Pellucidafortsätzen zu unterscheiden. In beiden Systemen findet sich nur ein feines, aus den Verbindungsfasern der Pellucida-Zellen und dem Koagulum bestehendes Netzwerk.

Das Atrium ist deutlich in eine proximale unpigmentierte und eine distale pigmentierte Abteilung geteilt. In dieser sind die Sinnes-Zellen überall in der oberen wie in der unteren Wand, die beide unmittelbar ineinander übergehen, gleichmäßig verteilt und gehen bis an die hintere Grenze dieser Abteilung.



Figur 293. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitte durch das Parapineal-Organ, **A** durch die untere, **B** durch die obere Wand.* (*1*) Stütz-Zellen mit dem keilförmigen Kern; (*2*) Endkopf der Sinnes-Zelle; (*3*) Sinnes-Zelle; (*4*) Stütz-Zellen; (*5*) quergeschnittene Bündel der Nervenfortsätze; (*6*) basale Zelle; (*7*) Nebenkörper; (*8*) Kern der basalen Zelle; (*9*) Endknopf; (*10*) Körper der Stütz-Zelle. (Nach Tretjakoff)

In der faserigen Schicht des Atriums finden sich zahlreiche Zellen, die bis auf ihre geringere Größe und den kleineren Kern vollständig den Basal-Zellen ähnlich sind. Auch im Atrium sind also dieselben Sinnes-Zellen wie in der Endblase vorhanden, die aber bezüglich der Beleuchtungsrichtung invertiert sind und daher dort wohl nur reflektiertes Licht perzipieren können. Der Hohlraum des Atriums wird von einer koagulierbaren Flüssigkeit ausgefüllt; die Wand des proximalen, unpigmentierten Atriumteils enthält keine Sinnes-Zellen, sonst aber ist die Anordnung der Elemente wie überall in der Wand der Endblase (Figur 291).

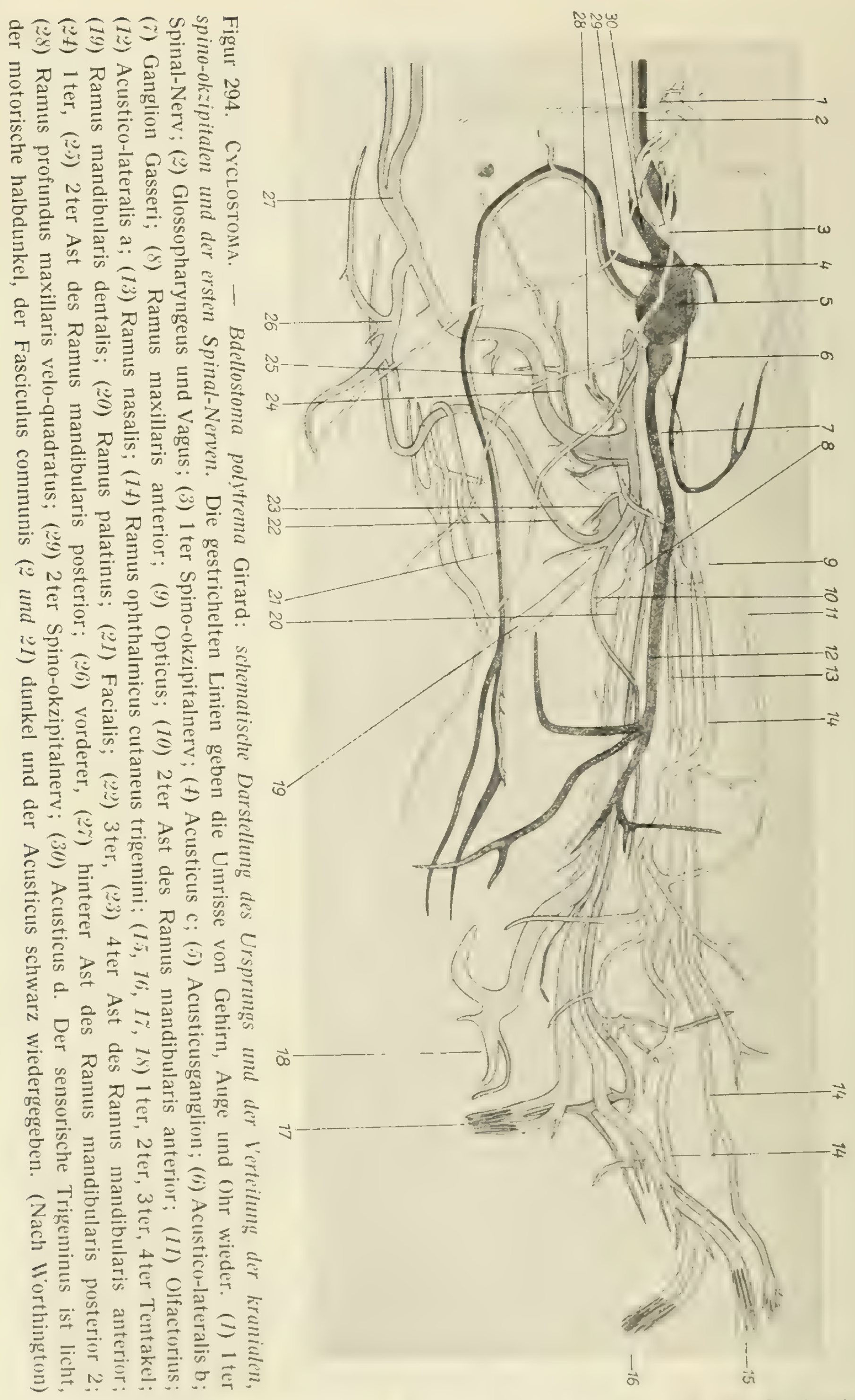
Der distale Hohlraum des Pinealnerven hat dieselbe Wandstruktur wie die proximale, unpigmentierte Abteilung des Atriums (Stütz-Zellen und basale, helle Zellen). Diese beiden Elemente kommen auch im übrigen Stiel des Pinealorgans vor. Insbesondere die hellen Basal-Zellen sind im distalen Nerventeil in sehr großer Anzahl vorhanden. Die Stütz-Zellen, in denen sich auch Pigmentkörnchen finden und die den Pigment-Zellen der Endblase homolog sind, haben schmale, ovale Kerne. Sie liegen hauptsächlich so, daß ihre Kerne der Längsachse des Nerven parallel gerichtet sind, und bilden ein Netzwerk, in dessen Maschen die Basal-Zellen liegen. Ihre äußeren Enden stehen mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche des Netzes und in ihren Zwischenräumen verläuft auf der ganzen Nervenoberfläche eine aus Fasern gebildete, kontinuierliche Schicht. Im proximalen Nervenabschnitt verschwinden die basalen Zellen und nur spärliche Stütz-Zellen begleiten die Nervenfasern zum Gehirn. Die Nervenfasern teilen sich in der hinteren Kommissur T-förmig und ihre Äste vereinigen sich mit den übrigen Fasern der Kommissur aufs innigste.

Auch im Parapinealorgan ist eine obere (vordere), nach unten hin normalerweise stets glatt begrenzte, und eine untere (hintere) Wand zu unterscheiden, zwischen denen ein nicht sehr breiter, von irgendwelchen geformten Elementen vollständig freier Hohlraum liegt, der auf Präparaten ein Koagulum enthält. Die obere Wand ist nur sehr selten 1-schichtig, meist sind 2 oder auch noch mehr Kern-Reihen in ihr zu beobachten, die untere sehr kernreich, wobei ihre Kerne gleiches Aussehen haben. Auf der Innenseite ihrer Oberfläche ist eine Reihe kleiner Knöpfchen zu bemerken. Sowohl in der oberen wie in der unteren Wand finden sich überall Sinnes-Zellen; sehr schlanke, nur im Kernabschnitt verdickte, im übrigen feine Fortsätze darstellende Elemente. Einer der Fortsätze zieht zum Hohlraum des Organs und endet in ihm mit einem winzigen Endknöpfchen, das über die Oberseite der unteren Wand hervorragt. Ein anderer, zentraler Fortsatz biegt in einiger Entfernung von der äußeren Wandgrenze um und läuft in der unteren Wand parallel der Parapinealoberfläche fast horizontal weiter. Diese Fortsätze bilden in der Wand, etwas entfernt von der äußeren Oberfläche, ein Geflecht von Nervenfasern, aus dem Fasern direkt in das Parapinealorgan ziehen, um dort in der Mitte der unteren Wand eine mächtige Faserschicht

zu bilden. Ganglien-Zellen finden sich nicht in der Wand des eigentlichen Organs. Die Sinnes-Zellen sind in den dünnen Wandstellen ganz kurz, im vorderen, meist pigmentierten Abschnitt der oberen Wand, wo sie am zahlreichsten sind, höher, in den dicksten Stellen der unteren Wand am längsten; und im zentralen Gebiet dieser Wand finden sich zuweilen Sinnes-Zellen, die ganz denen im Pinealorgan entsprechen und auch ähnlich große Endstücke haben. Zum Unterschied vom Pinealorgan liegen ihre langen Nervenfortsätze niemals in der Wand des eigentlichen Parapinealorgans. Die nicht nervösen Zellen des Parapinealorgans sind hauptsächlich Stütz-Zellen, deren ovale Kerne insbesondere in der unteren Wand auf verschiedener Höhe liegen, wodurch ja auch deren mehrschichtiges Aussehen hervorgerufen wird. In der hohen unteren Wand sind sie hoch und spindelförmig. Am oberen Rand der unteren Wand finden sich auch keilförmige Kerne von Stütz-Zellen, die denen der nicht pigmentierten Stütz-Zellen im Atrium des Pinealorgans ähneln. Die unteren Enden der Stütz-Zellen setzen sich in die in die untere Faserschicht hineindringenden Ependym-Zellen fort, in der auch Neuroglia-Zellen vorkommen. Im pigmentierten Abschnitt werden die Stütz-Zellen zu Pigment-Zellen; sekretorische Körnchen oder Halbmondkörperchen finden sich in den Stütz-Zellen nicht. Doch sind in der oberen Wand, insbesondere in ihrem hinteren, nicht pigmentierten Teil, runde, helle, den Basal-Zellen im Pinealorgan sehr ähnliche Zellen zwischen ihnen vorhanden, die, manchmal sehr zahlreich, die obere Hälfte der Randhöhe einnehmen. Jede solche Zelle hat einen runden Kern und einen deutlichen Nebenkörper. Es ist bezeichnend, daß sie gerade in der oberen Wand liegen, und zwar nur in dieser, an die ja auch die Blutkapillaren herantreten, also wohl gleichfalls wieder ein Beweis, daß auch das Parapinealorgan innersekretorische Tätigkeit besitzt und ins Blut gelangende Substanzen produziert. Hauptfasern (wie Studnička angibt), sowie Verbindungsstücke, die die Endstücke der Sinnes-Zellen mit den Stütz-Zellen der oberen Wand verbinden würden, fehlen den Zellen. Im Parapinealorgan sind nur invertierte Sinnes-Zellen mit Pigment-Zellen verbunden und stellen einen einigermaßen retinaähnlichen Teil des Parapinealorgans dar. Das Licht kann von oben zwischen den Pigment-Zellen eindringen, die nur an der nicht an den Pigment-Zellen des Pinealorgans liegenden Stelle liegen; möglicherweise bilden diese Pigment-Zellen eine Art Lichtfilter, das nur gewissen Strahlen den Durchgang gestattet. Auch das Parapinealorgan ist also neben seiner inneren sekretorischen Tätigkeit ein photoperzeptorisches Organ.

Das Ganglion parapineale zeigt im frontalen Querschnitt Dreiteilung und verbindet sich nur in seinem mittleren Teil direkt mit dem Parapinealorgan. Im allgemeinen verlieren sich die Nervenfasern im Neuropil des Ganglions, in dem auch die Dendriten der Ganglien-Zellen mit ihren Endverzweigungen endigen. Beide Bestandteile des Neuropils sind wahrscheinlich durch solche Endverzweigungen miteinander in Verbindung. Am Tractus parapinealis nehmen nur die Nervenfortsätze der Ganglien-Zellen teil. Die Nervenfasern der Sinnes-Zellen gehen nicht direkt in den Tractus ein, wie es Dendy von *Geotria* Gray schildert, so daß das Parapinealganglion ebenso wie das Pinealganglion die Bedeutung einer 1ten Unterbrechung der Bahnen 1ter Ordnung für die Sinnes-Zellen des Organs hat. Die untere Faserschicht des Pinealorgans ist jedoch keineswegs den Ganglien-Zellen des Ganglion parapineale homolog, sondern grundverschieden.

Die äußere Hülle des Parapinealorgans wird ausschließlich aus der Pia-Schicht gebildet. Die durchsichtige Hautstelle über den Parietalorganen, die aus all den zwischen dem Pinealorgan und der Körperoberfläche befindlichen Schichten besteht, kann man als Parietalhornhaut (Parietalcornea) bezeichnen. In ihr finden sich mindestens 3 bindegewebige Schichten, die von einem gar nicht veränderten Hautepithel bedeckt werden. Die unterste Schicht stellt eine verdünnte Stelle des fibrösen Schädeldaches dar, die oberste wird vom durchsichtig gewordenen Corium gebildet. Die dicke mittlere Schicht hat eine reichliche, homogene Grundsubstanz und spärliche, immer nur senkrecht gegen die Oberfläche der Cornea gerichtete Bindegewebsstränge, die das Schädeldach mit dem Corium verbinden. Sie hat das Aussehen und die Merkmale eines Schleimgewebes und ist (nach Ansicht von Tretjakoff) ein Chondroidgewebe, in dessen Grundsubstanz spindelförmige, nicht scharf von ihr abgegrenzte, protoplasmareiche Zellen liegen, die nicht so flach sind wie die Zellen im Schädeldach und im Corium und meist von den zwischen dem Schädeldach und dem Corium hinziehenden, groben, azidophilen Strängen durch basophile Substanz abgetrennt sind. Die Grundsubstanz zeigt bei geeigneter Färbung eine große Menge feinster, größtenteils parallel mit den dicken, azidophilen Strängen ziehender Fasern, die unmittelbar um die Zellen äußerst dicht gelagert sind. Das Pinealorgan ist mit der Parietalcornea sehr fest, fester als mit dem Pinealnerven



Figur 294. Cyclostoma. — *Bdellostoma polytrema* Girard: *schematische Darstellung des Ursprungs und der Verteilung der kranialen, spino-okzipitalen und der ersten Spinal-Nerven.* Die gestrichelten Linien geben die Umrisse von Gehirn, Auge und Ohr wieder. (*1*) 1ter Spinal-Nerv; (*2*) Glossopharyngeus und Vagus; (*3*) 1ter Spino-okzipitalnerv; (*4*) Acusticus c; (*5*) Acusticusganglion; (*6*) Acustico-lateralis b; (*7*) Ganglion Gasseri; (*8*) Ramus maxillaris anterior; (*9*) Opticus; (*10*) 2ter Ast des Ramus mandibularis anterior; (*11*) Olfactorius; (*12*) Acustico-lateralis a; (*13*) Ramus nasalis; (*14*) Ramus ophthalmicus cutaneus trigemini; (*15, 16, 17, 18*) 1ter, 2ter, 3ter, 4ter Tentakel; (*19*) Ramus mandibularis dentalis; (*20*) Ramus palatinus; (*21*) Facialis; (*22*) 3ter, (*23*) 4ter Ast des Ramus mandibularis anterior; (*24*) 1ter, (*25*) 2ter Ast des Ramus mandibularis posterior; (*26*) vorderer, (*27*) hinterer Ast des Ramus mandibularis posterior 2; (*28*) Ramus profundus maxillaris velo-quadratus; (*29*) 2ter Spino-okzipitalnerv; (*30*) Acusticus d. Der sensorische Trigeminus ist licht, der motorische halbdunkel, der Fasciculus communis (*2 und 21*) dunkel und der Acusticus schwarz wiedergegeben. (Nach Worthington)

verbunden. Durch dieses chondroide Gewebe unterscheidet sich die Parietalcornea scharf von der Cornea der lateralen Augen, was Tretjakoff als schwerwiegenden Grund gegen ihre Homologisierung anführt.

Ausnahmsweise kommt (nach Tretjakoffs Beobachtungen) beim *Flußneunauge* auch ein Nebenparietalorgan vor, ein isoliertes, sphärisches, unpigmentiertes Gebilde

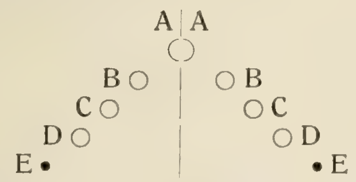
vor dem Parapinealorgan unter dem vorderen Rand des Pinealorgans, von epithelialem Bau, dessen Durchmesser viel kleiner als der des Pinealorgans ist, das keinen Hohlraum hat und unter dessen Zellen Stütz-Zellen und den basalen Zellen ähnliche runde, helle Zellen zu unterscheiden sind. Sinnes-Zellen fehlen.

Nach Tretjakoffs Anschauung ist die Lichtempfindlichkeit der Parietalorgane, die ja von anderen Autoren vor allem als lichtempfindliche Organe bezeichnet werden, eine sekundäre, die sekretorische die primäre und Hauptfunktion. Die Paarigkeit von Pineal- und Parapineal-Organ, die von vielen Autoren angenommen wird, bestreitet er nach Verschiedenheiten ihres Baues. Eine Paarigkeit der Organe in dem Sinne, daß das Parapinealorgan ein unsymmetrisch differenziertes Organ desselben Paares darstellen würde, wie sie von anderen Autoren beschrieben worden ist, betrachtet er als möglicherweise abnorm und erklärt sie mit der Eigenschaft sekretorischer Organe, leicht Falten zu bilden, die eine Paarigkeit vortäuschen können. Doch meint er, daß eine ursprüngliche Paarigkeit des Parapinealorgans möglich ist, da es auch jetzt nicht immer in der Medianstellung liegt.

Auch die Ansicht, daß die Parietalorgane Rudimente von paarigen Lateralaugen-Anlagen sind, ist über diese Organe, deren Geschichte und Bedeutung noch keineswegs sichergestellt ist, geäußert worden.

Periphere Nerven der Myxiniden

Unter *den Myxiniden* wurde in neuerer Zeit vor allem *Bdellostoma* Johannes Müller auf seine Kranialnerven und deren Verlauf (durch Worthington) untersucht, die bei dieser Art bloß 7 Kranialnerven feststellt. Der vorderste ist der Nervus olfactorius, zugleich der größte von allen Kranialnerven. Bekanntlich ist das röhrenförmige Geruchsorgan bilateral symmetrisch und besteht aus 7 trapezförmigen Falten, die durch ihre breiteren Basen an der Dorsalwand der Nasenkapsel hängen und gegen einen Punkt der cephalodorsalen Oberfläche spitz zulaufen. Das Mittelfeld erstreckt sich in einen Bulbus am Vorderende. Außer diesen 7 freihängenden Falten finden sich noch 2 Halbfalten, die nahezu längs ihrer ganzen Ausdehnung an die Lateralwand der Kapsel befestigt sind. Jede Hälfte der Medianfalte gehört ihrer Physiologie nach zu ihrer eigenen Seite und wird auch ausschließlich nur von den Nerven dieser Seite innerviert. Die Falten treten in sehr ausgeprägter Weise in Beziehung zu den Abteilungen, die an der Oberfläche der Lobi olfactorii kenntlich sind.



Figur 295. Schema der Nasalfalten.
A Medianfalte, B, C, D freie Falten, E halbe Lateralfalte.

Wenn man die mittlere Falte mit A, die anderen, freien, seitlich davon gelegenen Falten mit B, C, D und die laterale Halbfalte mit E bezeichnet (Figur 295), so ergibt sich folgende Nervenversorgung. Die Nervenfasern jeder dieser Falten sammeln sich, so wie sie sie verlassen, in Bündeln, und zwar je 1 Bündel für 1 Halbfalte, und durchbrechen in dieser Form die Schädelwand. Sowie sie im Innern des Schädels angelangt sind, teilen sich diese Bündel in die verschiedenen Faserzüge, die ihren Endigungen in den Lobi olfactorii zustreben. Die Nervenfasern von A und B gehen ausschließlich zu den Glomeruli der dorsalen Riechlappen-Teile, und zwar die von A bloß zur inneren, die von B zur inneren und mittleren Abteilung. Die Fasern von C ziehen zu den dorsalen und ventralen Teilen, wobei sich die dorsalen Fasern in der mittleren Abteilung verteilen, während die ventralen in allen dreien, aber hauptsächlich in den inneren und lateralen endigen. Die Fasern

von D und E ziehen ausschließlich zur ventralen Hälfte der Riech-Lappen, und zwar die von D zur ventralen Fläche der mittleren und lateralen, die von E bloß zur lateralen Abteilung.

Dem Nervus olfactorius folgt der sehr kleine und zarte Nervus opticus, der nach dem Verlassen des Auges mediokaudal zieht, indem er unterhalb des Ramus ophthalmicus (V) und des Ramus maxillaris posterior (V) und dorsal vom Ramus maxillaris (V) und Ramus mandibularis (V) zieht. Er tritt in die Schädelwand ein, zieht in ihr auf kurze Strecke nach hinten, sodann auf den Boden der Schädelhöhle herab, um nach weiterem dorsomedialen Verlauf in das Zwischenhirn einzutreten. Er hat kein äußeres Chiasma.

Der Nervus trigeminus ist der zweitgrößte Kranialnerv. Er hat eine dorsale sensorische und eine ventrale, schmälere und schwächere, hinter und unter dieser liegende motorische Wurzel. Die meisten sensorischen Fasern sind fein, während die motorischen grob und stark sind. Von der Stelle des Austritts aus dem Gehirn sind die Ophthalmicusfasern (Ramus ophthalmicus trigemini) von denen des maxillo-mandibularen Astes (Ramus maxillo-mandibularis trigemini) zu unterscheiden. Sie liegen median vor den anderen im Nervenstrang bis zum Eintritt ins Ganglion. Wenn der Trigeminus die Medulla an ihrem vorderen seitlichen Winkel verläßt, zieht er vorwärts und abwärts als ein dickes Faserbündel zur Schädelwand, wo er in verschiedene kleine Äste aufsplittert, um das siebartige Foramen zu passieren, worauf seine sensorischen Fasern in das zylindrische, längsgerichtete, unmittelbar außerhalb des Schädels gelegene, vom Vorderende des Cerebellums bis ungefähr zur Mitte der Lobi olfactorii reichende Ganglion gasseri eintreten, während die motorischen als geschlossenes Bündel längs der ventralen Fläche weiterziehen. Der Ophthalmicus und Maxillo-mandibularis-Teil des Ganglions liegen übereinander. Der Ophthalmicus erstreckt sich etwas weiter vorwärts und nicht so weit nach hinten wie der maxillo-mandibulare Teil. Die Ophthalmicus-Zellen des Ganglions liegen so wie die Ophthalmicusfasern des Nerven dorsomedial vom Maxillo-mandibular-Teil.

Der 1te Zweig des Trigeminus, der Ramus ophthalmicus, ist rein sensorisch (entgegen den Angaben Fürbringers). Nach dem Verlassen des Ganglions zieht der Ophthalmicus vorwärts dorsal vom Nervus opticus zwischen Auge und Schädel und gibt unmittelbar vor dem Auge einen starken, supraorbitalen Zweig, den Ramus ophthalmicus cutaneus (Ramus cutaneus superficialis posterior nach Fürbringer, Ramus dorsalis nach Bowers), ab, der dorsal zwischen den Muskeln verläuft und an der Oberfläche der Kopfmuskeln gerade unmittelbar vor dem Auge erscheint. Weiter seitlich vorwärtsziehend über den subdermalen Lymphräumen erreicht er die Haut, geht dort unmittelbar unter ihr eine kurze Strecke weiter vorwärts und teilt sich in zahlreiche feine Ästchen, die die Haut an der dorsalen und lateralen Oberfläche zwischen dem Gebiet des 3ten Tentakels und dem Vorderende der Nasenkapsel innervieren. Ungefähr halbwegs zwischen Ganglion gasseri und dem Kopf teilt sich der Hauptstamm des Ophthalmicus in einen Ramus superficialis und einen Ramus profundus. Der kleinere, oberflächliche Zweig zieht nahe der Nasalgrube vorwärts längs der dorsalen Fläche des Musculus palato-ethmoideo-superficialis. An der Grenze des vorderen Drittels der Nasalröhre sendet er 1 oder 2 dünne Zweige zur Innervierung der Lateralfläche der Tube, während der Rest die Haut in ihrer vordersten Region zwischen 1tem und 2tem Tentakel innerviert.

Auch der Ramus ophthalmicus profundus zieht zwischen den Musculi palato-ethmoideo-superficialis und palato-ethmoideo-profundus vorwärts und biegt nahe dem Vorderende des Kopfes dorsalwärts, indem er den erstgenannten Muskel durchbohrt und sich in Ästchen aufteilt, die die Haut um die Nasenöffnung und den 2ten Tentakel versorgen. Die Innervierung der 3 ersten Tentakel ist im wesentlichen die gleiche. Der Nerv tritt in 1 oder 2 starken Ästen ein und splittert sich sofort in mehrere feine, außerordentlich dicht aneinanderliegende Ästchen auf, die den ganzen Zwischenraum zwischen dem knorpeligen Kern und der Haut ausfüllen.

Der große Truncus (Ramus) maxillo-mandibularis enthält sensorische und motorische Fasern. Er teilt sich sofort nach dem Verlassen des Ganglion gasseri in 4 Äste, von denen 2 dem Ramus maxillaris, die 2 anderen dem Ramus mandibularis angehören. Der breite, kräftige Ramus maxillaris anterior (Ramus anterior maxillaris externus nach Fürbringer) zieht unterhalb des Subokularbogens und durch den Musculus palato-coronaris vorwärts, um sich in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast zu teilen, von denen der 1te zwischen Musculus palato-coronaris und Musculus copulo-quadratus-profundus vorwärts geht und sich am Vorderende des zweitgenannten Muskels in Zweige teilt; von diesen versorgt der dünnere, äußere, rein motorische den Musculus copulo-palatinus, während der andere, sensorische den 1ten, 3ten und 4ten Tentakel und die Haut in deren unmittelbarer Umgebung innerviert. Der Nerv des ersten Tentakels ist ganz besonders reich an kleinen Hautästchen. Der des 4ten, eigentlich eine breite Lippenfalte darstellenden Tentakels paßt sich in seinem Verlauf dieser Gestalt an.

Der rein motorische Ramus profundus zieht unterhalb des Musculus palato-ethmoideo-profundus, in den er einen starken Ast absendet, der nach Versorgung des Muskels, sich wieder gabelnd, einen dorsalen Zweig zum Musculus nasalis und Musculus palato-ethmoideo-superfacialis und einen ventralen zum Musculus tentacularis posterior schickt, vorwärts, biegt ventralwärts und gabelt sich allmählich in einen längs der Seitenfläche des von einigen seiner Zweige versorgten Musculus copulo-ethmoidalis und dann in den Musculus copulo-tentaculo-coronaris verlaufenden Zweig und in einen anderen, gerade vorwärts in den Musculus ethmoideo-nasalis ziehenden.

Der sensorische Ramus maxillaris posterior hilft die schleimige Membran der Nase und des Mundes versorgen. Er hat einen sehr kurzen Stamm, der vor Erreichung des Subokularbogens in den Ramus nasalis und Ramus palatinus zerfällt, von denen der Nasalis über dem Subokularbogen und unter dem Ramus ophthalmicus, ihm dicht anliegend, entlang zieht, unmittelbar vor der Riechkapsel gegen die Nasaltube geht und längs ihrer Seite vorwärts verläuft, indem er mehrere Äste zur Versorgung der beiden hinteren Drittel der Tube abgibt. Der Ramus palatinus zieht unter dem Subokularbogen vorbei vorwärts und abwärts innerhalb des Palatinalstabs und gibt dabei mehrere Zweige zum Pharynx ab. Am Vorderende des Musculus velo-quadratus teilt er sich in 4 dünne, das Munddach innervierende Ästchen (palatinale Zweige des Ramus medius maxillaris externus nach Fürbringer). Der Ramus mandibularis (Ramus posterior maxillaris externus V und Ramus maxillaris internus V nach Fürbringer) dient hauptsächlich der Innervierung der Dentalplatte und ihrer Muskeln.

Dies ist (nach Worthingtons Ansicht) ein Beweis dafür, daß die Zahnplatte einen Unterkiefer und nicht die Zunge darstellt. Auch er besteht aus 2 sowohl

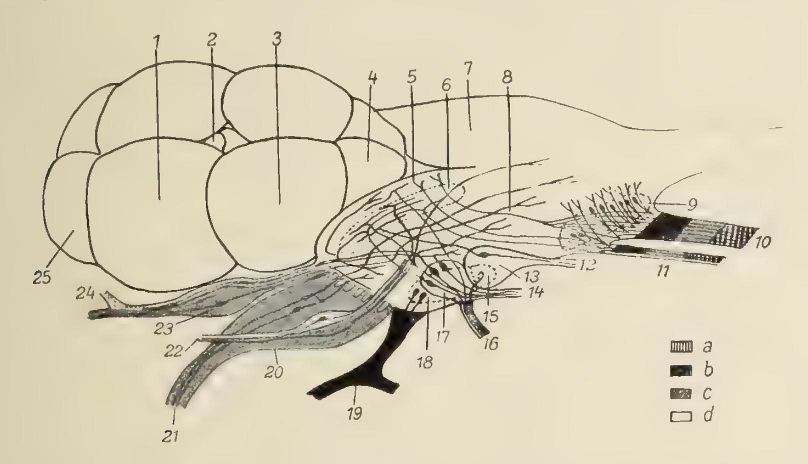
sensorische als motorische Fasern enthaltenden Teilen. Der vordere Teil (Ramus mandibularis anterior) setzt sich wieder aus 4 Zweigen zusammen, und zwar dem starken, rein sensorischen, vom Musculus palato-coronaris und der Pharynxwand zur Zahnplatte ziehenden und dort sich verzweigenden Ramus dentalis; dem kleinen, dünnen, motorischen Zweig der sich unmittelbar nach der Abzweigung in einen kurzen hinteren, in den Musculus copulo-quadratus profundus eintretenden, und einen vorderen, vorwärts und außerhalb des Ramus maxillaris anterior und an der Innenfläche des Musculus copulo-quadratus profundus ziehenden, in diesen Muskel kleine Ästchen abgebenden, und schließlich im Musculus copulo-ethmoidalis endenden Zweig verteilt. Der 3te, gleichfalls motorische Zweig sendet ein feines Ästchen in den Musculus velo-quadratus und zieht dann ventral zwischen Musculus palato-coronaris und Musculus copulo-quadratus profundus, indem er diesen letzteren und den Musculus hyo-copuloglossus innerviert. Der letzte kleine Zweig vereinigt motorische und sensorische Fasern, von denen jene zum Musculus veloquadratus, diese zum Dach des Pharynx abwärts ziehen.

Der Ramus mandibularis posterior besteht aus einem ein paar motorische Zweige zum Musculus velo-quadratus abgebenden, sonst aber sensorischen Teil, dessen sensorischer Stamm zwischen dem eben genannten Muskel und dem Pharynx, zu dem er Zweige abgibt, hinzieht, um am Pharynx hinter dem 1ten Kiemenbogen zu endigen; und aus einem hinteren Teil, der den großen Nerven für die Versorgung der Muskeln des Unterkiefers, den keulenförmigen Muskel und seine Anhänge bildet und der ventral zwischen dem Musculus copulo-quadratus profundus und dem Pharynx hinzieht, dessen Hinterteil, sowie den des Musculus hyo-copuloglossus er versorgt. Darauf teilt er sich wieder in einen vorderen, den Musculus copuloglossus superficialis und Musculus copuloglossus profundus versorgenden, und in einen hinteren, den keulenförmigen Muskel versorgenden Zweig, der sich abermals in einen äußeren und inneren Ast gabelt. Diese Äste versorgen die einzelnen Bestandteile des großen Muskelgebietes, wobei sie sich abermals weiter aufspalten. Hinter dem Ramus mandibularis gibt der Hauptstamm des Trigeminus einen schmalen motorischen Zweig ab zum Musculus veloquadratus.

Der nächste Nerv, der Nervus facialis, ist außerordentlich dünn und zart. Er verläßt die Medulla hinter dem Acusticus a und b, zieht durch das Acusticusganglion und durchbricht die Schädelwand unmittelbar vor der Ohrkapsel. Beim Verlassen des Craniums zieht der Facialis kaudoventral unter den Hyoidbogen. Sein Ganglion liegt dicht an der Ohrkapsel, ist stets vorhanden, zeigt aber verschiedene Gestalt. Manchmal bildet es eine geschlossene Zell-Gruppe, in anderen Fällen liegen seine Zellen einzeln im Nervenstrang eingebettet. Auch nach dem Verlassen des Ganglions geht der Facialis in gleicher Richtung bis zum Vorderrand des Musculus cranio-hyoideus, in den er einen schmalen Zweig entsendet, um sodann vorwärts über den Hyoidbogen und weiter zu den medialen Oberflächen des Musculus copulo-quadratus profundus und des von ihm innervierten Musculus hyo-copulo-palatinus zu ziehen. Während seines Verlaufs an der inneren Oberfläche des eben genannten Muskels teilt er sich in 2 oder 3 Arme, von denen der dorsale die motorischen Fasern enthält. Diese Zweige ziehen als sehr feine Stränge dann ventrolateral zwischen dem Musculus hyo-copulo-palatinus und dem Musculus copulo-palatinus vorwärts über den eben genannten Muskel zur Haut und dürften im Gebiet des 4ten Tentakels endigen. Verbindungen zwischen dem Facialis

und dem Trigeminus, sowie dem Facialis und dem Glosso-pharyngeus konnten nicht festgestellt werden, desgleichen bestreitet Worthington das Vorhandensein des von Fürbringer beschriebenen Ramus cutaneus.

Die Nerven der Laterallinie, nämlich der Nervus acusticus a und Nervus acusticus b, entspringen vom Tuberculum acusticum und ziehen frei von jeder irgendwie gearteten Verbindung, insbesondere mit Facialis und Trigeminus, von dort zur Haut. Der Acusticus a (Acustico-lateralis a) verläßt das Rückenmark seitlich ein wenig hinter dem Trigeminus. Unmittelbar vor dem Acusticusganglion, gleich nach dem Verlassen des Craniums, ziehen seine Fasern von vorn



Figur 296. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schema der Komponenten der Hautnerven.* (*1*) Hemisphäre; (*2*) Ganglion habenulae; (*3*) Mittelhirn; (*4*) Kleinhirn; (*5*) (Kern des) Fasciculus communis; (*6*) Acusticum; (*7*) Medulla oblongata; (*8*) allgemeiner Cutaneus; (*9*) motorischer Kern des IXten und Xten Nerven; (*10*) sensorischer Nervus X; (*11*) Nervus IX; (*12*) Nervus VIII saccularis; (*13*) Ganglion sacculare; (*14*) Nervus VIII utricularis; (*15*) motorischer Nervus VII; (*16*) Nervus VII; (*17*) Ganglion utriculare; (*18*) Kern des motorischen Nervus V (trigeminus); (*19*) motorischer Nervus V (trigeminus); (*20*) Ganglion maxillo-mandibulare; (*21*) sensorischer Nervus V (trigeminus); (*22*) Nervus lateralis anterior; (*23*) Ganglion ophthalmicum; (*24*) Nervus ophthalmicus cutaneus V; (*25*) Bulbus olfactorius; (*a*) viszeralmotorische Region; (*b*) allgemeine Cutaneus-Region; (*c*) Acustico-lateralis-Region; (*d*) viszeral-sensorische Region. (Nach Holmgren)

seitwärts in ein kleines Ganglion, das in enger Verbindung mit dem vor ihm liegenden Ganglion gasseri steht, sodann in gleicher Richtung weiter gegen die Haut, hinter dem Augapfel vorbei vorwärts unmittelbar unter die Haut bis nahe an das vordere Ende der Nasenkapsel. Dort teilt sich der Nerv in einen abwärts-rückwärts, einen abwärts-vorwärts und einen vorwärts-aufwärts gerichteten Zweig, die die Haut an den Kopfseiten zwischen der Mundöffnung und dem Vorderteil des Gehirns versorgen. Der Acusticus b (1ter Spino-okzipitalnerv nach Fürbringer) verläßt die Oberfläche des Rückenmarks in der Nähe des hinteren Cerebellumendes, zieht dorsolateral zur Dura, biegt dann scharf kaudoventral in sie ab und tritt in das Cranium hinter dem Acusticus c, dem 1ten Ohrnerven, ein. Sein Ganglion liegt in der Regel innerhalb der Schädelwand und ist manchmal sehr ausgeprägt, besteht dagegen in anderen Fällen nur aus einigen wenigen Zellen. Bei solchen Tieren findet sich dann ein 2tes Ganglion außerhalb des Schädels oder einige Ganglien-Zellen in den Fasermassen unmittelbar nach dem Verlassen des Gehirns. Nach dem Verlassen des Schädels zieht der Nerv vorwärts und seitwärts in den subkutanen Lymphraum dicht hinter dem Acusticus a und sodann zur Haut, die er

unmittelbar über dem Vorderteil des Gehirns versorgt. Das birnförmige Acusticusganglion liegt mit dem breiteren Teil voraus unmittelbar hinter den Fasern des Acusticus a innerhalb des Craniums und der Dura nahe der Vorderhälfte der seitlichen Oberfläche der Medulla. Die Mehrzahl seiner Fasern tritt längs der Dorsolateral-Kante der Medulla in diese ein, nur wenige Bündel etwas mehr ventral. Der Acusticusnerv besteht aus 2 vollständig getrennten, das Ganglion auch einzeln verlassenden Ästen, dem Ramus utricularis (Acusticus c), der das Ganglion ein wenig vor seinem Hinterende verläßt, ventrolateral abbiegt und das Ohr an seiner vorderen unteren Ecke erreicht, und dem hinter ihm beginnenden Ramus saccularis (Acusticus d), der die hintere Fortsetzung des Ganglions bildet, zwischen Glossopharyngeus und Schädelwand median vom Ductus endolymphaticus rückwärts zieht, am Hinterende der Schädelkapsel, gerade vor dem Foramen des Glossopharyngeus und Vagus ventralwärts abbiegt und durch die Membran der Ohrkapsel an ihrer hinteren unteren Ecke in diese eintritt.

Der Nervus glosso-pharyngeus (Ramus glosso-pharyngeus X) verläßt die Medulla längs der Hinterhälfte ihrer Seitenfläche mit 4 bis 7 zwischen dem Acusticusganglion und dem Austritt des Vagus hintereinanderliegenden Wurzeln, die sensorische und motorische Fasern enthalten. Seine Fasern ziehen zwischen dem Acusticus d und dem Vagus, diesem so dicht anliegend, daß sie schwer von ihm zu unterscheiden sind, rückwärts. Das gemeinschaftliche Foramen von Glossopharyngeus und Vagus liegt auf dem Hinterende des Craniums in dem durch die Vereinigung von Ohrkapsel und Schädel gebildeten Winkel und die Glossopharyngeusfasern treten über, vor und seitlich von denen des Vagus aus. Außerhalb des Schädels ziehen beide Nerven in derselben Scheide und geben jeder nach kurzem Verlauf einige Fasern an den Bestand des anderen ab. Von dieser Kreuzung an sind sie jedoch leicht zu trennen. Das ein wenig hinter der Schädelkapsel liegende Glossopharyngeus-Ganglion ist so klein, daß es keine Anschwellung des Nerven bildet. Die gemeinsame Scheide der beiden Nerven reicht bis zum 2ten Kiemenbogen. Dann trennt sich der Glossopharyngeus, ventrokaudal gehend, durchzieht den Musculus constrictor pharyngis, in den er eine Anzahl von Zweigen entsendet, und ebenso, in mehrere Äste aufspaltend, die Wand des Pharynx, dessen Seite er in der Gegend des 2ten Kiemenbogens innerviert.

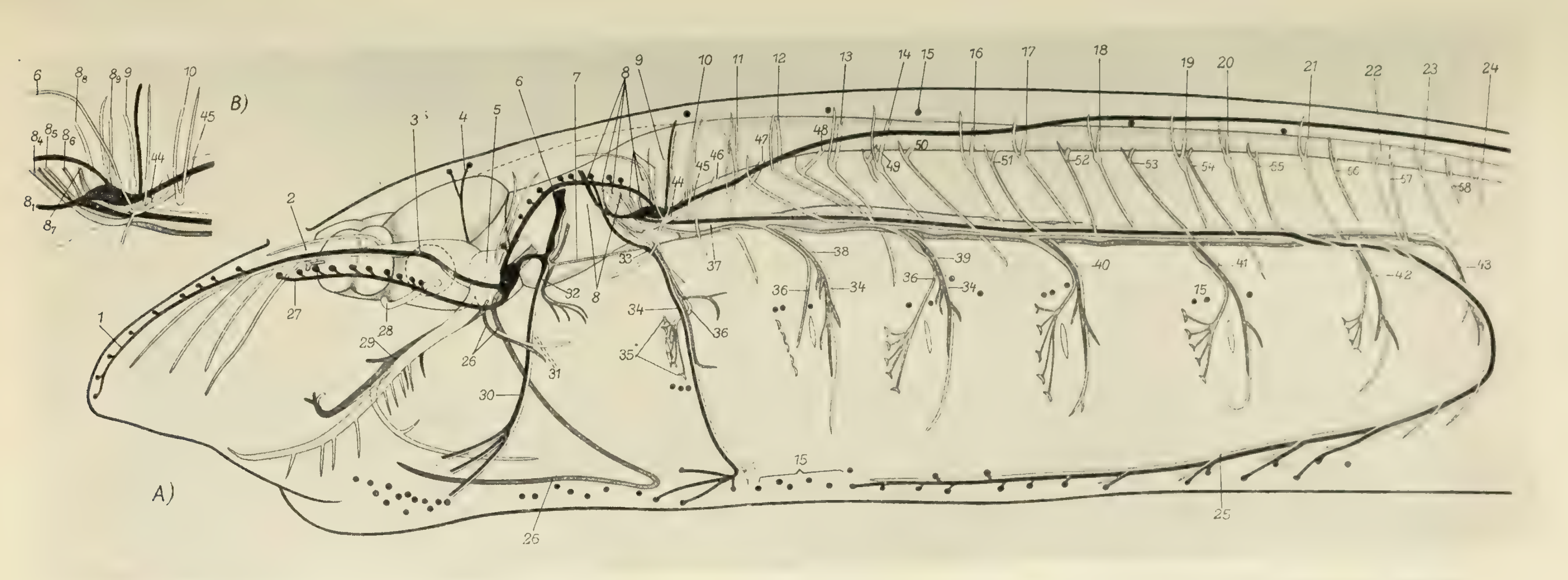
Der Nervus vagus, der hinterste Schädelnerv, entspringt vom kaudalen Ende der Medulla mit 4 oder 5 Wurzeln, die getrennt, aber nahe aneinander kaudolateral verlaufen und zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln des 1ten und 2ten Spinalnerven die Wand der Schädelkapsel erreichen. Nach dem Austausch von Fasern mit dem Glossopharyngeus zieht der Vagus nahe der Chorda geradeaus rückwärts bis in die Nähe der 1ten Kiementasche, ohne in der Nähe des Schädels ein Ganglion zu besitzen, statt dessen einige wenige zerstreute Ganglien-Zellen in der Nähe des Gehirns und auch außerhalb der Schädelwand vorhanden sein können. In großer Menge finden sich dagegen solche Zellen im Gebiet der Rami branchiales. Sie sind etwas kleiner als die Zellen des Gasserschen Ganglions, lang oval, in longitudinalen Strängen angeordnet, deren vorderste vor dem 1ten, deren hinterste hinter dem letzten Ramus branchialis liegen, durch die ganze Dicke des Nerven verteilt, aber an der Peripherie dichter als im Zentrum. Alle Kiementaschen werden in gleicher Weise innerviert, derart, daß der Vagus einen Ramus branchialis abgibt, der sich in einen inneren, zu dem Verbindungs-

gang zwischen dem Kiemensack und dem Ösophagus führenden und dort wieder in ein dorsales und ein ventrales Ästchen geteilten Arm und in einen äußeren Zweig spaltet. Hinter dem letzten Kiemensack tritt der Vagus als dichter Plexus in den Musculus constrictor cardiae ein und vereinigt sich nach seinem Wiederaustritt aus dem Muskel mit dem Nerven der Gegenseite zum Nervus intestinalis impar, der an der Dorsalfläche des Darmes rückwärts zieht und in ihn längs seines Verlaufes Fasern abgibt.

Die spinookzipitalen und Spinalnerven sind so wie bei *den höheren Tieren* vollständige Nerven mit einem unmittelbar außerhalb der Rückenmarksscheide gelegenen sensorischen Ganglion und sensiblen und motorischen Wurzeln. Der Unterschied zwischen den beiden unmittelbar hinter den Kranialnerven austretenden Nerven und den hinter ihnen folgenden rechtfertigt die von Fürbringer vorgenommene Trennung in spinookzipitale und spinale Nerven, wenngleich seine Bezeichnung des Acusticus b als 1ten Spinookzipitalnerven nach Worthingtons Untersuchungen ein Irrtum ist, der darauf beruht, daß dieser ursprünglich vom 1ten Spinookzipitalnerven weit getrennte Nerv infolge der während der letzten Entwickelungs-Stadien des Wachstums der Medulla nach hinten auf eine kurze Strecke unmittelbar in Berührung mit dem 1ten Spinookzipitalnerven tritt.

Die Wurzeln dieses 1ten Nerven treten unmittelbar hinter der letzten Vagus-Wurzel in das Rückenmark ein, in der Übergangs-Region der Medulla zum Rückenmark. Er hat 1 sensorische und 2 ein wenig hinter ihm liegende motorische Wurzeln, die sensorische und die motorischen Wurzeln treten auseinander, um dem Glossopharyngeus und dem Vagus den Durchtritt zwischen sich zu gestatten, und nähern sich dann einander wieder bei der Annäherung an die Schädelwand. Dort teilt sich die sensorische Wurzel, um in 2 Faserzügen durch 2 getrennte Foramina in den Schädel einzutreten. Der vordere Faserzug besitzt ein vom Hauptganglion gesondertes, in oder innerhalb der Wand liegendes kleines Ganglion. Auch die 2 motorischen Wurzeln teilen sich, treten durch 3 Foramina ein und vereinigen sich wieder auf der anderen Seite, wo motorische und sensorische Wurzeln sich zu einem lateral vom Ganglion liegenden Nervenstamm verbinden. Der Hauptstamm des Nerven zieht seitlich vorwärts, biegt dann abwärts und teilt sich in 2 Zweige, die an der Innenfläche des lateralen Körperlängsmuskels vorwärts gehen und schließlich die lateralen Körpermuskeln und die Haut versorgen.

Der 2te, gleichfalls von der Übergangs-Region zwischen Medulla und Rückenmark entspringende Spinookzipitalnerv bildet ein Mittelding zwischen dem 1ten Spinookzipital- und den wirklichen Spinal-Nerven. Er hat 1 sensorische und 4 motorische zu 2 aus je 2 Wurzeln bestehenden Stämmen gehörige, den beiden motorischen Wurzeln der Spinalnerven entsprechende Wurzeln. Bei diesem Nerven liegen so wie bei den folgenden die motorischen Wurzeln vor der sensorischen. Diese geht durch ihr eigenes Foramen zum Ganglion heraus. Die motorischen Wurzeln, die durch eine oder mehrere Öffnungen passieren können, ziehen ventral von diesem Ganglion und vereinigen sich mit der sensorischen bei deren Austritt aus diesem. Dann zieht der Nerv so wie der 1te spinookzipitale eine Strecke rückwärts, biegt darauf abwärts und geht an der inneren Fläche der seitlichen Körpermuskeln in einem Stamm weiter, der sich erst nahe der ventralen Oberfläche in 2 Teile teilt.



Figur 297. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus dorsatus* (Wilder) Jordan & Gilbert: *graphische Rekonstruktion des Verlaufs der Nerven-Komponenten auf die mediane Sagittal-Ebene entworfen.* Die gleich funktionierenden Bestandteile der einzelnen Nerven zeigen gleiche Farbe: weiß: allgemeine Haut- und somatisch motorische; licht angelegt: viszerale sensorische; dunkel: viszerale motorische; schwarz: spezielle Haut-Nerven. (*1*) supraorbitale Reihe der Gruben-Organe der Haut und ihr Nerv; (*2*) Nervus olfactorius; (*3*) Nervus ophthalmicus profundus; (*4*) zur supraorbitalen Reihe gehörige Gruben-Organe, die von dem dorsalen Neuromasten-Zweig des Profundusganglions innerviert werden; (*5*) Nervus V (Trigeminus); (*6*) Hautkomponenten der Nervi VII bis X; (*7*) sympathetischer Nervenstamm und Ganglien; (*8*) und (8_1 bis 8_9 in ***B***) Wurzeln des Nerven-Komplexes IX und X; (*9*) bis (*14*) 1ter bis 6ter dorsaler Spinal-Nerv; (*15*) Gruben-Organe des Seitenlinien-Systems; (*16*) bis (*24*) 7ter bis 15ter dorsaler Spinal-Nerv; (*25*) Nervus hypoglossus; (*26*) Ramus mandibularis; (*27*) Infraorbitalreihe der Gruben-Organe und ihres Nerven, des Ramus buccalis; (*28*) Nervus opticus; (*29*) Ramus maxillaris; (*30*) Nervus hyomandibularis; (*31*) Pseudobranchialgrube; (*32*) Nervus VII; (*33*) Nervus IX; (*34*) Ramus musculo-cutaneus der Nervi glossopharyngeus und branchialis; (*35*) Tast-Knospen im Pharynx; (*36*) Ramus visceralis der Nervi glossopharyngeus und branchialis; (*37*) Truncus epibranchialis (Vagus-stamm); (*38*) bis (*43*) 1ter bis 6ter Branchialnerv des Vagus-Komplexes; (*44*) bis (*58*) 1ter bis 15ter ventraler Spinalnerv. (Nach Johnston)

Der 1te Spinalnerv entspringt vom Beginn des Rückenmarks selber und besitzt 1 sensorische und 2 motorische Wurzeln, die so wie bei allen anderen Spinalnerven die Schädelwand durch ein Y-förmiges Foramen durchziehen und als ein Strang herauskommen. Im scharfen Unterschiede gegenüber den vorhergehenden Nerven versorgen die spinalen die dorsale und lateroventrale Haut, sowie die entsprechenden Muskeln. Auch das Ganglion ist anders gebaut: länglich, mit einem dorsalen und einem lateralen Zweig, von denen der 1te außerhalb der Rückenmarks-Scheide aufwärts zieht und den dorsalen, sensorischen Zweig des 1ten Spinalnerven abgibt, dann weiter aufwärts und vorwärts zur Medianlinie und geradeaus dorsal zur Haut geht, von wo er, längs der Medianlinie vorwärts gehend, die Haut bis zu seinen Endverzweigungen im Gebiet des Acusticus b versorgt. Der sensorische Nerv, der vom lateralen Zweig stammt, vereinigt sich mit dem motorischen Stamm und zieht mit ihm geradeaus lateral zwischen dem dorsalen Körpermuskel. Einzelne starke Zweige (Fürbringers dorso-motorische Zweige) dringen in diesen Muskel ein und verzweigen sich in ihm, während der ventrale, ungemischte Zweig zur Körperwand an die innere Fläche des lateralen Längsmuskels niederzieht.

Die Scheide des Nervenrohrs bei *Myxine* Linnaeus ist eine doppelwandige Bildung, die aus einem inneren, mit seiner Basis auf der Elastica externa des etwas abgeflachten Chordadaches liegenden Zylinder und einer äußeren, bloß lateral und dorsal vorhandenen, durch das skelettogene Gewebe der Chorda gebildeten Lage besteht. Die innere ist aus feinen Transversalfasern zusammengesetzt, die sehr dicht aneinandergelagert sind und sieht einer elastischen Membran ähnlich. Manchmal findet sich in der mittleren Dorsalregion eine beträchtliche Masse longitudinaler Fasern zwischen den Fasern des Innenzylinders. Die Höhlung des Rückenmarks, deren Wandung seitliche Öffnungen für die Wurzeln der Spinalnerven besitzt, ist viel größer als das in ihr liegende Rückenmark.

Peripheres Nervensystem der Petromyzoniden

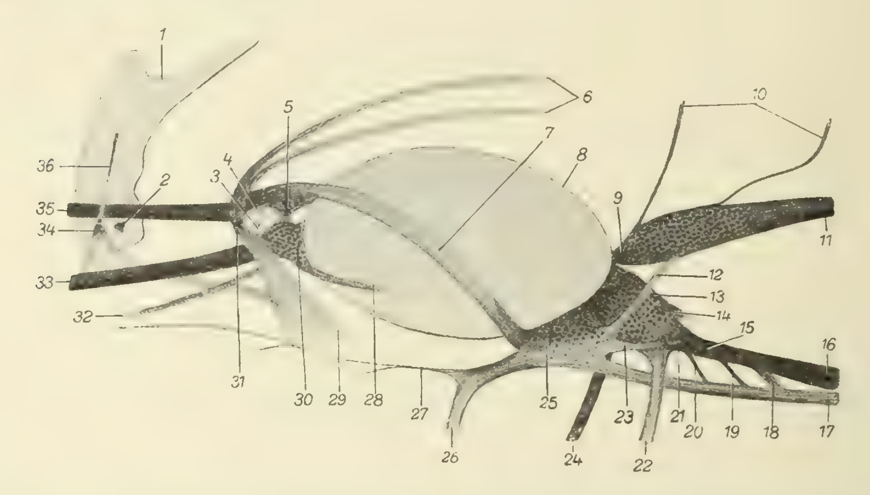
Die Kopfnerven *der Petromyzoniden* sind in den letzten Zeiten vor allem durch Tretjakoff und Cords eingehend untersucht worden. Diese Untersuchungen liegen auch den folgenden Ausführungen hauptsächlich zugrunde.

Nach Cords sind die Kopfnerven in folgende Gruppen zu unterscheiden:

(A) Nerven des Archencephalons, reine Sinnesnerven.
- (1) Olfactorius (I).
- (2) Opticus (II).

(B) Spinale (spinalartige) Hirnnerven.
- (I) Trigeminus-Gruppe.
  - (1) Augenmuskelnerven.
    - (a) Oculomotorius (III)
    - (b) Trochlearis (IV).
    - (c) Abducens (VI).
  - (2) Trigeminus (V).
  - (3) Facialis (VII).
  - (4) Acusticus (VIII).
- (II) Vagus-Gruppe.
  - (1) Glossopharyngeus (IX).
  - (2) Vagus (X).
  - (3) Nerven des Seitenlinien-Systems.
- (III) Spinookzipitale und spinale Nerven.
  - Plexus cervicalis (Hypoglossus).

Der Nervus olfactorius entspringt jederseits aus dem oralen medianen Umfang des Bulbus (Lobus) olfactorius und verläuft, von einer kräftigen Duralscheide umgeben, aus zahlreichen Bündeln zusammengesetzt, unter geringer Divergenz als sehr kurzer Tractus olfactorius vorwärts gegen die unpaarige Nasenkapsel, wo er dicht neben dem der Gegenseite durch eine einzige weite Öffnung eintritt, um im Innern seine Fila olfactoria an die tiefschwarz gefärbte, sehr faltenreiche Riechschleimhaut zu verteilen.



Figur 298. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *graphische Rekonstruktion der Kopfganglien.* (*1*) Umriß des vordersten Wirbelbogens; (*2*) 2te dorsale, (*3*) 1te ventrale, (*4*) 1te dorsale Spino-okzipitalwurzel; (*5*) Ganglion metaoticum; (*6*) Nervus supraocularis; (*7*) Kommissur der Ganglia hypoticum und metaoticum; (*8*) Umriß der Ohrkapsel; (*9*) Ganglion supraopticum; (*10*) Nervi cutanei dorsales von (*9*); (*11*) Nervus supraorbitalis; (*12*) Verbindungsast des Ganglion hypoticum zum Ganglion supraopticum; (*13*) Ganglion subopticum; (*14*) Nervus ciliaris; (*15*) Nervus subopticus; (*16*) Nervus suborbitalis; (*17*) Nervus buccalis; (*18*) hinterster Ast des Nervus basilaris; (*19*) Nervus suprapharyngeus; (*20*) Nervus velocranialis; (*21*) Nervus postcornealis; (*22*) Nervus cutaneus descendens; (*23*) Verbindungsast des Ganglion hypoticum und metaoticum; (*24*) Nervus mandibularis; (*25*) Ganglion hypoticum; (*26*) Nervus hyoideus; (*27*) Nervus sympatico-branchialis; (*28*) Nervus postorbitalis; (*29*) Nervus subocularis; (*30*) Ganglion branchiale I; (*31*) 2te ventrale Spino-okzipitalwurzel; (*32*) Nervus glossopharyngeus; (*33*) Nervus vagus; (*34*) 3te ventrale Spino-okzipitalwurzel; (*35*) Nervus lateralis posterior; (*36*) dorsaler Ast von (*34*). (Nach Tretjakoff)

Die Paarigkeit des Nerven ist (nach Ansicht von Cords, entgegen der von Fürbringer und anderen Autoren) ein Beweis dafür, daß das Geruchs-Organ dieser Tiere ursprünglich paarig gewesen war.

Der Nervus opticus, der stärkste aller Hirnnerven, verläßt das Gehirn als dessen seitwärts gerichtete Ausstülpung am oralen Ende des Diencephalons und tritt als drehrunder, von einer kräftigen, reichlich pigmentierten Bindegewebsschicht umhüllter Strang aus der Gehirnhöhle durch die in der Schädelseitenwand gelegene Fenestra optica in den von Cords nach seiner Lage und seinem Inhalt als Orbita bezeichneten Raum, der eine den Bulbus oculi, dessen Muskeln, Gefäße und Nerven und die Anfangsstrecke des 1ten Trigeminus-Astes (Ophthalmicus) mit seinem Ganglion sowie das 2te Ganglion enthaltende Nische an der lateralen Seite der Hirn-Kapsel darstellt, durch die er — von einer Arterie begleitet, zunächst unter dem Ramus ophthalmicus trigemini und laterodorsal vom Ramus inferior oculomotorii — in lateral und leicht ventral gerichtetem Verlauf bis zum medialen Umfang des Bulbus oculi zieht, um sich dort in diesen hineinzusenken und zur Retina zu gehen. Er tritt in keine nähere Beziehung zu

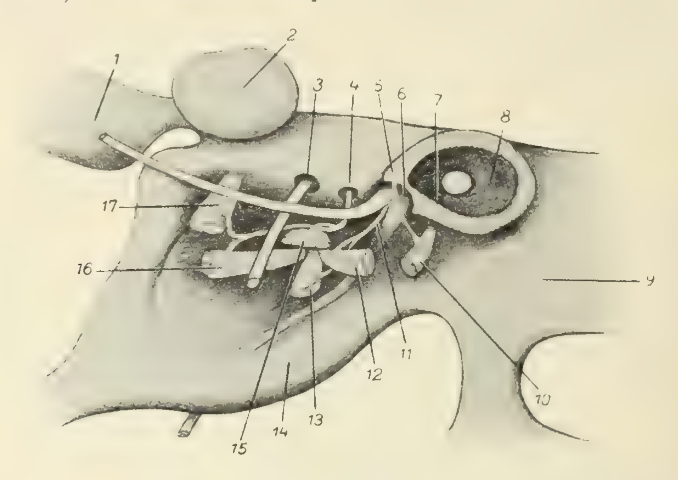
den weiter kaudal von ihm in die Orbita und zu ihren Muskeln gelangenden Nervus trochlearis und Nervus obliquus anterior. Von den zur Trigeminus-Gruppe gehörigen Nerven, die mit Ausnahme des Oculomotorius alle durch das Foramen prooticum zwischen dem kaudalen Ende der Trabecula cranii und der Ohr-Kapsel nach außen treten, wobei sie von dieser teilweise von hinten her noch überwölbt werden, sind die Augenmuskel-Nerven rein motorisch.



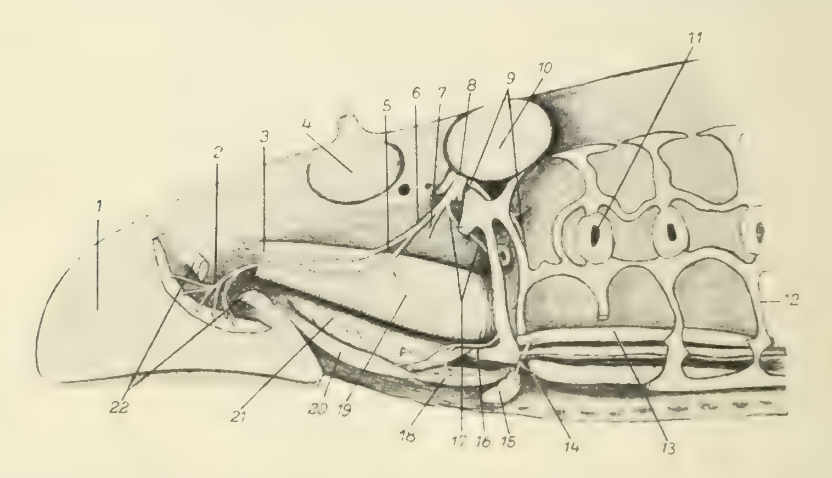
Figur 299. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Formatio bulbaris.* (*1*) Glomeruli; (*2*) Anschluß an das ependymatöse Dach; (*3*) darunterliegende Mitral-Zellen; (*4*) Fila olfactoria. (Nach Tretjakoff)

Unter ihnen ist der von der Lateralfläche des Mesencephalons entspringende Oculomotorius, der nach längerem intrakranialen Verlauf etwas kaudal vom Opticus in die Orbitalnische durch eine feine, die Seitenwand des Schädels etwa in der Mitte zwischen Foramen opticum und Foramen prooticum durchsetzende Öffnung eintritt, der kräftigste. Nach Angabe anderer Autoren, darunter auch Tretjakoffs, tritt er gemeinsam mit dem Opticus, von ihm nur durch Bindegewebe getrennt, durch das Opticus-Loch heraus. Der Stamm des Nerven liegt zunächst

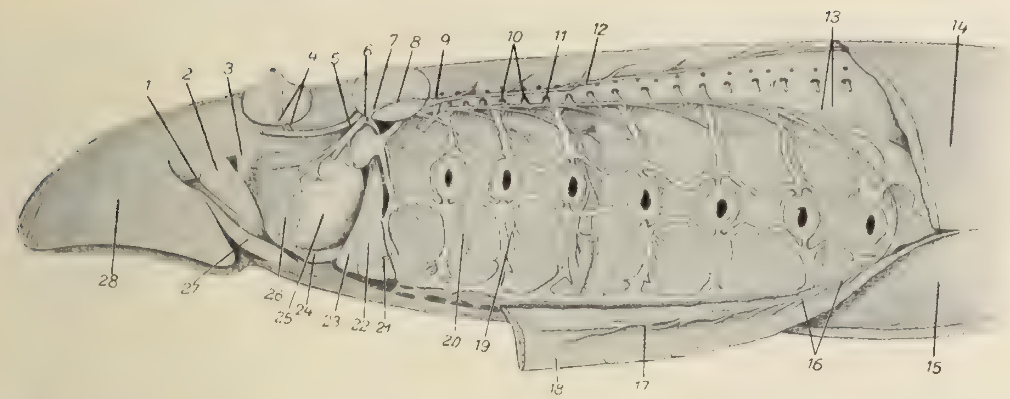
dorsal von den Ursprungsteilen des Musculus rectus superior, rectus inferior und rectus posterior, zugleich ventromedial zum Ramus ophthalmicus des Nervus quintus (trigeminus) und zum Nervus opticus. Gleich nach seinem Eintritt in die



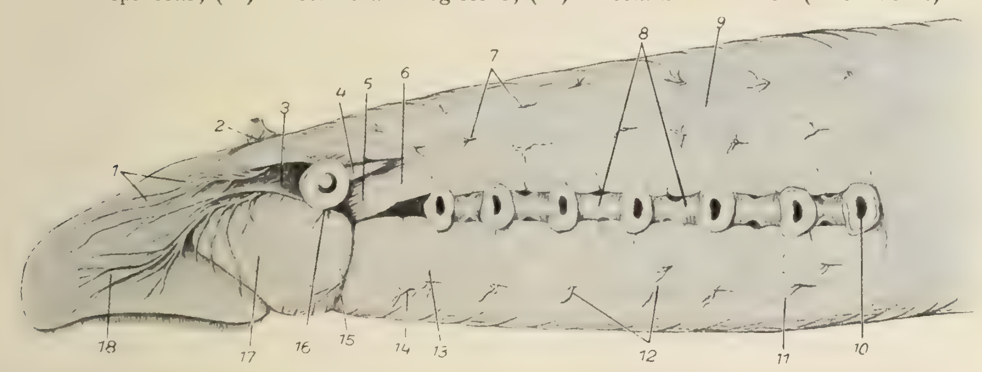
Figur 300. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Augenmuskeln und deren Nerven.* In seitlicher Ansicht. Der Augapfel ist entfernt, mit ihm die Insertionsstelle der Augenmuskeln, die Ohrkapsel eröffnet; man sieht die große Fenestra acustica und ein Stück des Nervus facialis. (*1*) Ganglion ophthalmicum (im Foramen prooticum); (*2*) Nasenkapsel; (*3*) Nervus opticus; (*4*) Nervus oculomotorius; (*5*) Nervus trochlearis; (*6*) Ganglion maxillo-mandibulare (im Foramen prooticum); (*7*) Nervus facialis; (*8*) Ohrkapsel; (*9*) Chorda dorsalis; (*10*) Musculus obliquus oculi posterior; (*11*) Nervus abducens; (*12*) Musculus rectus oculi posterior; (*13*) Musculus rectus oculi inferior; (*14*) Arcus subocularis; (*15*) Musculus rectus oculi superior; (*16*) Musculus rectus oculi anterior; (*17*) Musculus obliquus oculi anterior. (Nach Cords)



Figur 301. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Seitenansicht des vorderen Körperabschnittes; die tiefe Trigeminus-Muskulatur und ihre Innervierung.* Entfernt sind: die gesamte Seitenrumpfmuskulatur, die Muskeln von der Lateralfläche des Mandibulare, die Spinosusmuskeln und der Musculus basilaris. Vom Musculus mandibularis posterior (hyohyoideus posterior) ist nur die rechte Hälfte vorhanden. Die Nervi ophthalmicus infraorbitalis, basilari-spinosus, velocranialis und facialis sind abgeschnitten. (*1*) Musculus annularis; (*2*) Nervus perforans [Endast von (*6*)]; (*3*) Nervus lingualis superior; (*4*) Nasenkapsel; (*5*) Nervus pharyngeus; (*6*) Ramus anterior des Nervus maxillo-mandibularis; (*7*) Nervus velocranialis; (*8*) Nervus trigeminus im Foramen prooticum; (*9*) Nervus facialis; (*10*) Ohrkapsel; (*11*) 2te Kiemenspalte; (*12*) Nervus cardioapicalis (longitudinalis linguae); (*13*) Musculus mandibularis posterior (hyohyoideus posterior); (*14*) Nervus mandibularis; (*15*) Musculus mandibularis inferior (hyohyoideus inferior); (*16*) Nervus lingualis inferior; (*17*) Ramus posterior des Nervus maxillo-mandibularis; (*18*) Musculus annuloglossus; (*19*) Musculus pharyngeus; (*20*) Musculus copulo-glossusrectus; (*21*) Musculus basilari-glossus (vorderer Teil des Musculus hyoglossus nach Fürbringer); (*22*) Cartilago annularis. (Nach Cords)

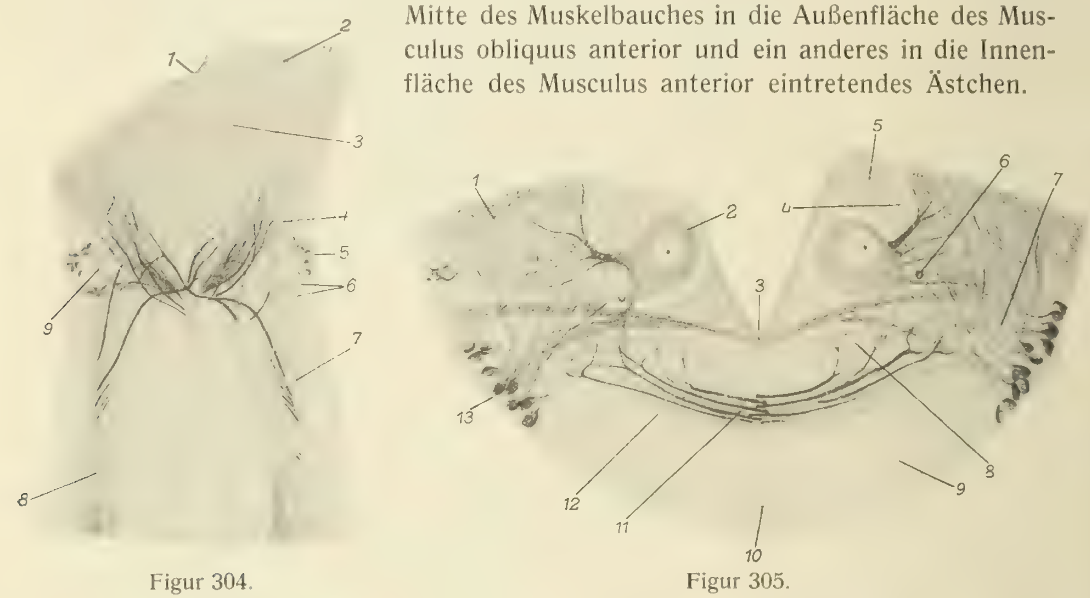


Figur 302. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Seitenansicht des vorderen Körperendes.* Der größte Teil der dorsalen Rumpfmuskulatur ist entfernt, weiter der orale Teil der hypobranchialen Muskulatur, deren kaudaler Teil umgeklappt ist, um den an seiner Innenfläche hinziehenden Plexus cervicalis zu zeigen. Zwischen den Spangen des Kiemenkorbes sieht man den Musculus constrictor branchialis, aus dessen 4ter Portion ein Teil entfernt ist, um den weiteren Verlauf des Ramus branchialis vagi zu zeigen. Aus dem Musculus basilaris ist ein Stück herausgeschnitten, um den Nervenast für die Spinosomuskeln sichtbar zu machen. Der Arcus subocularis und das Mandibulare sind abgeschnitten. (*1*) Nervus perforans; (*2*) Musculus tectospinosus anterior; (*3*) Musculus tectospinosus posterior; (*4*) Nervi ethmoidales vom Ramus ophthalmicus; (*5*) Ramus ophthalmicus trigemini; (*6*) Ramus maxillo-mandibularis trigemini; (*7*) Nervus facialis; (*8*) Ramus communicans cum Nervo laterali; (*9*) Stämmchen aus den spino-okzipitalen Nerven (*1* und *2*) zur Versorgung des vorderen Teils der hypobranchialen Muskulatur; (*10*) Nervus spinalis (*1 bis 14*); nur die ventralen (motorischen) Wurzeln der Spinalnerven dargestellt; die Abgangsstellen der Dorsalwurzeln nur durch Punkte angedeutet; (*11*) Stamm des Nervus vagus; (*12*) Nervus lateralis; (*13*) Rami branchiogastrici des Nervus vagus; (*14*) dorsale, (*15*) ventrale Seitenrumpfmuskulatur; (*16*) Plexus cervicalis; (*17*) 5te Kiemenspalte; (*18*) hinterer Teil der hypobranchialen Muskulatur; (*19*) Ramus branchialis 1 des Nervus vagus; (*20*) Nervus glossopharyngeus; (*21*) Hautäste des Ramus hyoideo-mandibularis; (*22*) Musculus mandibulari-branchialis; dicht dahinter die erste, nicht durchgebrochene Kiemenöffnung; (*23*) Musculus mandibularis inferior; (*24*) Musculus basilari-glossus; (*25*) Musculus basilaris; (*26*) Nervus basilari-spinosus; (*27*) Musculus annuloglossus; (*28*) Musculus annularis. (Nach Cords)



Figur 303. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Seitenansicht der Kopf- und Kiemen-Region.* Die Haut ist bis auf die das Auge überziehende, sowie kleine Streifen in der Umgebung der Kiemenöffnung entfernt. Man sieht die Segmentierung der Seitenrumpfmuskulatur und das Auseinanderweichen ihrer dorsalen und ventralen Teile im Gebiet der Kiemenöffnungen 2 bis 8, Kiemenöffnung 1 ist durch ein Oval in dem sie bedeckenden Musculus praebranchialis angedeutet. Hautnerven, soweit präparatorisch darstellbar, eingetragen. (*1*) Nervi labiales superiores (des Ramus maxillo-mandibularis); (*2*) Nervi ethmoidales des Ramus ophthalmicus; (*3*) Nervus buccalis; (*4*) Musculus cornealis; (*5*) 1te, nicht zum Durchbruch kommende Kiemenspalte zwischen Mandibulare und Hyoid; (*6*) Musculus praebranchialis; (*7*) Hautäste der Rami dorsales der ventralen Spinalnerven; (*8*) Musculus constrictor branchiarum externus; (*9*) dorsale Seitenrumpfmuskulatur; (*10*) 8te Kiemenspalte; (*11*) ventrale Seitenrumpfmuskulatur; (*12*) Hautäste der Rami ventrales der ventralen Spinalnerven bzw. der Nerven aus dem Plexus cervicalis; (*13*) hinterer Teil der hypobranchialen Muskulatur; (*14*) Endast des Glossopharyngeus-Stammes zur Haut; (*15*) Endast des Facialis-Stammes zur Haut; (*16*) Nervus cutaneus lateralis des Maxillo-mandibularis; (*17*) vorderer, von den spino-okzipitalen Nerven versorgter Teil der hypobranchialen Muskulatur; (*18*) Nervi labiales inferiores des Ramus maxillo-mandibularis. (Nach Cords)

Orbita teilt er sich ventral vom Ophthalmicus in einen Ramus superior und inferior, von denen der zweite der stärkere ist. (Nach Tretjakoff erfolgt die Teilung beim *Flußneunauge* innerhalb des Musculus rectus superior.) Der Ramus superior tritt nach kurzem Verlauf an die dorsale (Außen-) Fläche des Musculus rectus superior und senkt sich in sein mediales (Ursprungs-) Ende ein. Der etwas längere Ramus inferior zieht zunächst dorsal zum Ursprung des Musculus rectus superior und ventral zum Opticus und Ophthalmicus und zerfällt dann in ein etwa in der Mitte des Muskelbauches in die Außenfläche des Musculus obliquus anterior und ein anderes in die Innenfläche des Musculus anterior eintretendes Ästchen.



Figur 304. Figur 305.

Figur 304. Cyclostoma. — *Ammocoetes von ? Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Commissura ansulata.* Nach 2 Schnitten. In eine horizontale Ebene projiziert. (*1*) Infundibulum; (*2*) Tractus habenulo-peduncularis; (*3*) Hypothalamische Faserung; (*4*) Tractus bulbo-tectalis; (*5*) Zellen des lateralen Oculomotoriuskernes; (*6*) Oculomotoriuswurzeln; (*7*) Tractus octavo-motorius anterior; (*8*) spino-thalamische und bulbo-thalamische Fasern; (*9*) Tractus bulbo-oculomotorius. (Nach Tretjakoff)

Figur 305. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Chiasma oculomotorium und Commissura ansulata.* Nach 5 frontalen Querschnitten in ein Bild projiziert. (*1*) Tractus spino- und bulbo-thalamicus; (*2*) hintere mesencephalische Müllersche Zelle der ventralen Reihe; (*3*) Überkreuzung der Oculomotorius-Wurzeln; (*4*) Fasern des dorsalen Oculomotoriuskerns, der Kern selbst liegt weiter hinten; (*5*) Nucleus tegmenti; (*6*) Müllersche Faser, der Nervenfortsatz der vorderen mesencephalischen Müllerschen Zelle; (*7*) Tractus bulbo-oculomotorius; (*8*) ventraler Oculomotoriuskern; (*9*) Gebiet der Endverzweigungen des Tractus habenulo-pedencularis; (*10*) Raphe; (*11*) Commissura ansulata; (*12*) Zellen des Ganglion interpedunculare; (*13*) lateraler Oculomotoriuskern. (Nach Tretjakoff)

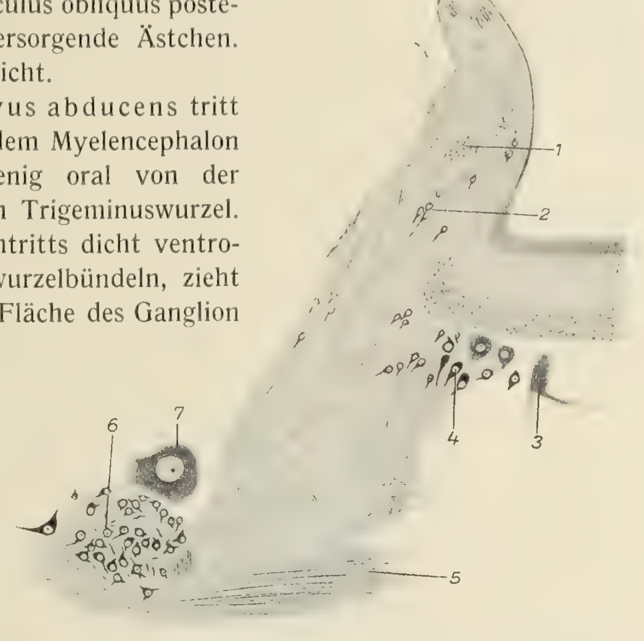
Die Mitteilung von Tretjakoff, daß der Oculomotorius sich auch an der Innervation des Musculus rectus inferior beteiligt, beruht (nach Cords) auf einem Irrtum.

Nach Tretjakoffs Untersuchungen ist zwar ein echtes Ganglion ciliare im Verlauf des Oculomotorius, jedoch kein Ziliarmuskel vorhanden. Von Cords wird auch dieses Ganglion bestritten.

Der Nervus trochlearis, der dünnste aller Hirnnerven und der einzige, der das Gehirn an der Dorsalseite in der Furche zwischen Mesencephalon und Metencephalon verläßt, schlingt sich als langer, schlanker Nerv lateral vorwärts um den Lobus opticus des Mittelhirns und tritt zusammen mit dem ihm dicht angelagerten Ramus ophthalmicus trigemini und dem Nervus abducens im Foramen

prooticum durch die seitliche Schädelwand in die Orbitalnische, zieht dann an der lateralen, bindegewebigen Wand der Orbita seitlich rückwärts und abwärts und spaltet sich bald darauf in mehrere, in das Hinterende der Dorsalkante des Musculus obliquus posterior eindringende, diesen versorgende Ästchen. Sensible Fasern enthält er nicht.

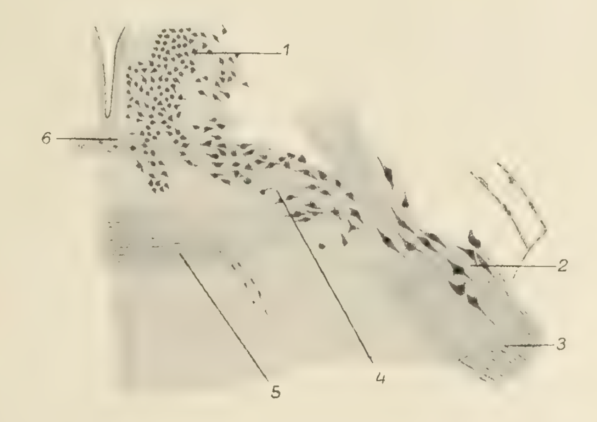
Der lange, dünne Nervus abducens tritt als ein einziges Bündel aus dem Myelencephalon (Medulla oblongata) ein wenig oral von der Austrittsstelle der ventralsten Trigeminuswurzel. Er liegt während dieses Durchtritts dicht ventromedial von den Trigeminuswurzelbündeln, zieht von hinten über die mediale Fläche des Ganglion maxillo-mandibulare vorwärts und tritt zusammen mit dem Trochlearis und Trigeminus durch das Foramen prooticum in die Orbita, wo er ventral vom Oculomotorius vorwärts und abwärts verläuft und schließlich in 2 kurze Äste zerfällt: einen in die Außenfläche des Musculus rectus posterior (externus) und einen dicht daneben in die hintere Kante des Musculus rectus inferior eintretenden Teil.



Figur 306. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Sagittalschnitt des seitlichen Kleinhirnteils.* (*1*) Trochlearisfasern; (*2*) Trochleariskern; (*3*) Müllersche Zelle des Trochlearisgebietes; (*4*) dorsaler Oculomotoriuskern; (*5*) spinothalamische Fasern; (*6*) ventraler Oculomotoriuskern; (*7*) hintere mesencephalische Müllersche Zelle der ventralen Reihe. (Nach Tretjakoff

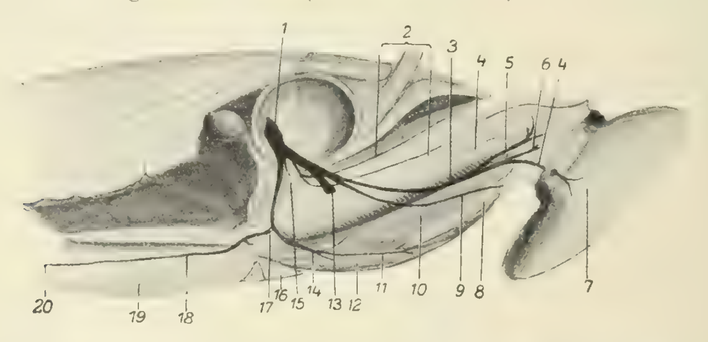
Johnston bestreitet das Vorhandensein eines selbständigen Nervus abducens bei *den Petromyzoniden*, Tretjakoff spricht ihm eine eigene Wurzel ab.

Nach Fürbringer sind die Augenmuskelnerven ventrale, den Segmenten des Trigeminus und des Facialis angehörende Nervenwurzeln. Auf Grund seiner Untersuchungen an *Ammocoetes* beschreibt Tretjakoff das Verhalten der Augennerven ausführlicher. Ihm zufolge entspringt der Nervus oculomotorius aus 3 Kernen, einem dorsalen, einem lateralen und einem ventralen, von denen die beiden ersten ungekreuzte, der ventrale gekreuzte Fasern liefern. Der dorsale



Figur 307. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitts-Teil durch das Mittelhirn.* (*1*) Nucleus tegmenti; (*2*) lateraler Oculomotoriuskern; (*3*) Wurzel des Oculomotorius; (*4*) ventraler Oculomotoriuskern; (*5*) Commissura ansulata; (*6*) Chiasma oculomotorium. (Nach Tretjakoff)

(kaudale Kern nach Addens) ist die unmittelbare frontale Fortsetzung der dorsalen motorischen Zellanhäufung, die vor den großen motorischen Trigeminus-Zellen, von denen der Ast durch eine Gruppe von Müllerschen Zellen getrennt ist, und teilweise unter den motorischen Zellen des Trochlearis liegt. Seine Zellen sind klein. Der ventrale Kern (dorsomedialer Kern nach Addens) liegt zwischen den Wurzeln des Tractus oculomotorius neben dem Ependym. Er hat mittelgroße Zellen, die denen des Trochlearis ähnlich und in der Richtung der motorischen Fasern gestreckt sind. Die gekreuzten und ungekreuzten Fasern sammeln sich in ein vorderes und in ein hinteres Bündel. Der laterale Kern, der ohne scharfe Grenze in den von ihm durch seine Lage und seine kleineren Zellen unterschiedenen ventralen übergeht, liegt dicht an der Austrittsstelle der Oculomotorius-Wurzel und hat mittelgroße bi- und multipolare Zellen. Die Nervenendigungen dieses Kerns bilden beim *Ammocoetes* löffelförmige Endplatten, die beim *erwachsenen Tiere* sich zu korbartigen Gebilden (Heldsche Körbe) verändern.



Figur 308. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *tiefe Äste des Ganglion subopticum.* Haut und oberflächliche Muskeln sind entfernt. (*1*) Ganglion subopticum; (*2*) lateraler und medialer Ast des Nervus suprapharyngeus; (*3*) Nervus apicalis; (*4*) Musculus pharyngeus; (*5*) Nervus subpharyngeus mit seinen Endästen für den Musculus apicalis lateralis, Musculus tendinoapicalis und die Mucosa; (*6*) Nervus tecto-lateralis; (*7*) Musculus annularis; (*8*) Musculus copuloglossus rectus; (*9*) Nervus basilaris; (*10*) Pars glossa des Musculus basilaris; (*11*) Nervus glossus; (*12*) Musculus annulariglossus; (*13*) Nervus suborbitalis (abgeschnitten); (*14*) Musculus mandibulariglossus; (*15*) Nervus velocranialis; (*16*) Musculus mandibularis inferior; (*17*) Nervus mandibularis; (*18*) Nervus mandibularis posterior; (*19*) Musculus mandibularis posterior (nur linke Hälfte); (*20*) Nervus cardio-apicalis. (Nach Tretjakoff)

Der Musculus rectus inferior des Auges wird (nach Tretjakoff) doppelt innerviert, nämlich vom Nervus abducens und von einem zarten Ästchen des unteren Nervus-oculomotorius-Astes, das sich nach unten wendet und innerhalb des den Winkelraum zwischen den proximalen Abschnitten des oberen und unteren geraden Muskels ausfüllenden Fettgewebes verläuft.

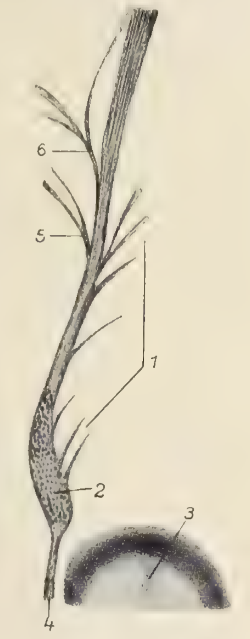
Bei *Ammocoetes*, bei dem die einzelnen Nerven deutlicher zu unterscheiden sind als beim *erwachsenen Tier*, da sie schärfer voneinander getrennt sind, sind die Abducens-Zellen innerhalb des kaudalen Gebietes des motorischen Trigeminus-Ganglions eingeschlossen. Er trennt sich vom motorischen Trigeminus noch innerhalb des Schädelraums, biegt sofort rostralwärts und schmiegt sich dem sensiblen, in das Ganglion subopticum (siehe dort) eintretenden Teil dicht an, um an der medialen Seite der Trigeminus-Wurzel bis zum oberen Pol des Ganglion subopticum zu gelangen. An der Stelle, wo dieses Ganglion sich mit dem Ganglion supraopticum berührt, trennt er sich vom Trigeminus-Ganglion, um zum hinteren geraden Muskel zu gelangen.

Cords stellt diese doppelte Innervierung des Musculus rectus inferior in Abrede.

Von den 4 Wurzeln, mit denen der Trigeminus bei *Ammocoetes* und beim *erwachsenen Tier* aus dem Gehirn austritt und die alle die fibröse Schädelmembran durchsetzen, um sich mit dem entsprechenden Ganglion zu verbinden, sind die 2 dicht übereinandergelegenen dorsalen rein sensibel, die unter ihnen und etwas vor ihnen liegende kleinste mittlere motorisch und die etwas mehr kaudalwärts gelegene untere gemischt.

Die oberste Wurzel mündet in das lange, wurstförmige und mit großen Ganglien-Zellen angefüllte Ganglion supraopticum ein; die 2te, unter ihr liegende, sensible und die untere, gemischte in das Ganglion subopticum, während die mittlere, rein motorische sich diesem Ganglion dicht anschließt.

Mit dem mittleren Teile der lateralen Seite des Ganglion supraopticum verbindet sich ein von der äußeren Seite des extrakapsulären Facialis-lateralis-anterior-Ganglions (des hypotischen Ganglions) entspringender, aufwärts steigender Nerv. Von der Dorsalseite des Ganglions nehmen 2 dünne Hautnerven, die Rami cutanei dorsales ganglii supraoptici, ihren Ursprung, von denen der hintere nahe neben dem vorderen Pol der Ohrkapsel ausgeht, fast senkrecht an der knorpeligen Schädelwand emporsteigt und durch die Myosepte der dorsalen parietalen Muskulatur (Musculus supraocularis) in die Haut zieht, während der vordere vom Vorderende des Ganglions abgeht, dorsorostral bis zur Unterseite des Musculus supraocularis zieht, dort vorwärts in die horizontale Richtung einbiegt und durch das 1te Myoseptum des Muskels aufwärts zur Haut geht.



Figur 309. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *graphische Rekonstruktion des Nervus supraorbitalis.* Von oben gesehen. (*1*) Nervi cutanei laterales; (*2*) Ganglion supraopticum; (*3*) Ohrkapsel; (*4*) Wurzel; (*5*) Nervus ethmoidalis posterior; (*6*) Nervus ethmoidalis anterior.
(Nach Tretjakoff)

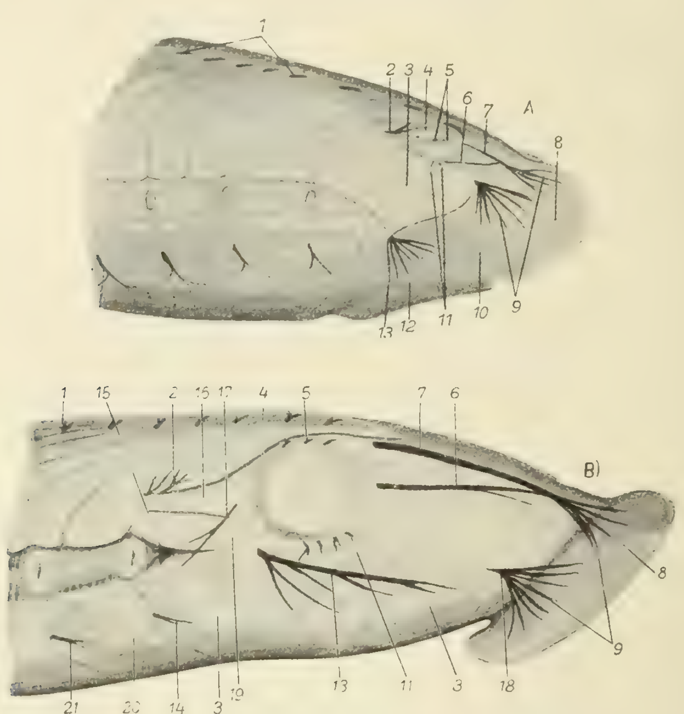
Innerhalb der Augenhöhle liegt das Ganglion supraopticum und der Nervus supraorbitalis, der anfänglich in flachem Bogen dicht am Schädelknorpel entlang zieht, rostral in der oberen Augenhöhlenwand verläuft und schließlich der Unterseite des Musculus supraorbitalis anliegt, über dem Ursprungsgebiet der Augenmuskel.

Von der lateralen Seite des Ganglions und des Nerven entspringt eine Anzahl dünner Nerven in der oberen Orbitalwand, innerhalb der fibrösen Augenhöhlenmembran zur Haut ziehend: hauptsächlich am dorsalen Hornhautrand ziehende, sich verzweigende Nerven, deren Ästchen auch in die Hornhaut eindringen (Rami cutanei laterales nervi supraorbitalis).

Vor und gegenüber der Ursprungsstelle des vorderen dieser eben genannten Nerven entspringt an der medialen Seite des Nervus supraorbitalis der Nervus ethmoidalis anterior und der Nervus ethmoidalis posterior, die bogenförmig medianwärts zur Vorderseite des Nasensackes verlaufen und die Nasenschleimhaut und die Haut über dem Geruchsorgan mit Nervenfasern versorgen.

Im Gebiet des Nervensackes trennt sich der Supraorbitalnerv von der Schädelwand, zieht horizontal unterhalb des Supraorbitalmuskels medial von der

Vena facialis, wendet sich vor der Nasenöffnung seitwärts und nähert sich der genannten Vene derart, daß er um das Vorderende des Musculus supraorbitalis, lateral von ihm und dorsal über der Vena labialis hinzieht. Dort spaltet er sich in 2 dicht nebeneinander ziehende Bündel, ein dünnes laterales und ein größeres, mit dicker Nervenscheide umgebenes, sensibles mediales, die beide über der Vena labialis superior bis zum Hinterrand des Musculus annularis des Lippenrandes verlaufen, wo sich der Nervus buccalis (der vordere Ast des Facialis-lateralis-anterior-Ganglions) zum Nervus supraorbitalis zugesellt.



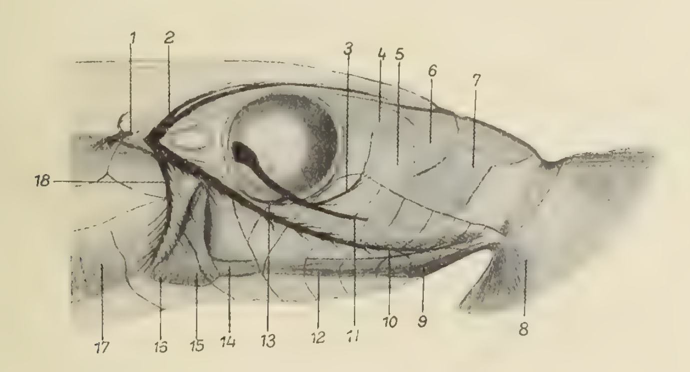
Figur 310. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Hautnerven des Kopfes* (nach Methylenblaupräparaten rekonstruiert). ***A*** vom Ammocoetes, ***B*** vom metamorphosierten Tier. (*1*) Nervi cutanei dorsales; (*2*) Nervus postorbitalis; (*3*) Musculus subocularis; (*4*) Musculus supraocularis; (*5*) Nervi cutanei laterales des Ganglion supraopticum; (*6*) Nervus buccalis; (*7*) Nervus supraorbitalis; (*8*) Musculus buccalis anterior externus [in ***B*** Musculus annularis]; (*9*) Nervi labiales; (*10*) Musculus buccalis anterior internus; (*11*) Nervi cutanei laterales des Ganglion subopticum; (*12*) Musculus constrictor velaris; (*13*) Nervus hyomandibularis; (*14*) Hautäste der branchialen Nerven; (*15*) Nervus cutaneus descendens; (*16*) Musculus cornealis; (*17*) Nervus postcornealis; (*18*) Nervus suborbitalis; (*19*) Musculus praebranchialis; (*20*) Musculus hypobranchialis; (*21*) Hautast des Nervus branchialis 2 (Vagus). (Nach Tretjakoff)

Der gemeinsame Stamm spaltet sich in 5 an der Oberfläche des Ringmuskels divergierende, gegen den Lippenrand ziehende, mit ihren Endverzweigungen das Hautepithel der Lippententakel und die Schleimhaut des Mundes unmittelbar hinter den Tentakeln versorgende Nervi supralabiales.

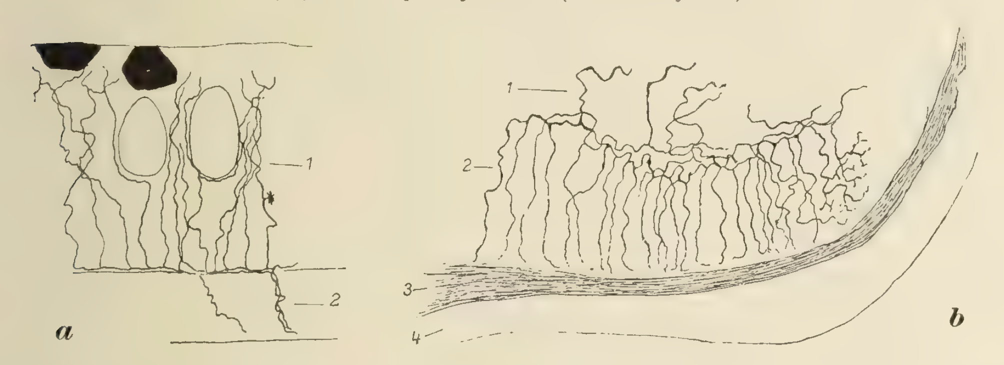
Die peripherischen sensiblen Nervenendigungen in der Haut verlaufen so wie bei *allen Tieren, die echte Zerebrospinalganglien an den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarks-Nerven haben*, frei interzellulär.

Nach den Untersuchungen von Retzius durchbohren die meist schmalen Nervenfasern der Hautnerven die verschieden dicke, dichte Lederhaut entweder fast senkrecht oder in mehr schiefer Richtung, einzeln oder in kleinen Bündeln in gewöhnlich leicht zackigem oder spiraligem Verlauf, biegen an der unteren Epidermisgrenze in fast senk-

rechtem Winkel seitlich um, wobei sie sich oft in 2 »wie Arme alter Kirchenleuchter« nach verschiedenen Richtungen gehende Äste teilen, und ziehen in dieser Richtung zwischen den unteren Epidermisenden weiter, wobei sie Seitenäste nach außen abgeben, um schließlich als Endäste in derselben Richtung weiterzuziehen. Die nach außen verlaufenden, etwa gleich dicken Äste gehen zwischen den verschiedenen Epidermis-Zellen entweder senkrecht oder in schiefer Richtung nach der Epidermis-Oberfläche, biegen sich während dieses Verlaufes in kleinen Zacken und Bogen nach den Seiten und schmiegen sich so in den Zell-Interstitien an, teilen sich dabei wohl auch wieder dichotomisch oder in reiche Endbüschel in mannigfacher Weise (Figur 312).



Figur 311. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Verbreitung des 2ten Nervus spino-occipitalis. Oberflächliche Muskulatur durch Linien angegeben.* (*1*) ventrale Wurzel des 3ten Nervus spino-occipitalis; (*2*) Nervus supraocularis; (*3*) medialer Ast des Nervus basilaris; (*4*) Pars trabecularis, (*5*) Pars rhomboidea des Musculus basilaris; (*6*) Musculus tectospinosus posterior; (*7*) Musculus tectospinosus anterior; (*8*) Musculus annularis; (*9*) Musculus copuloglossus rectus; (*10*) Nervus subocularis; (*11*) lateraler Ast des Nervus basilaris; (*12*) Musculus annulariglossus; (*13*) hinterer Ast des Nervus basilaris; (*14*) Musculus basilariglossus; (*15*) Musculus mandibularis inferior; (*16*) Musculus mandibulari-branchialis; (*17*) Musculus constrictor branchialis externus; (*18*) Nervus posthyoideus. (Nach Tretjakoff)

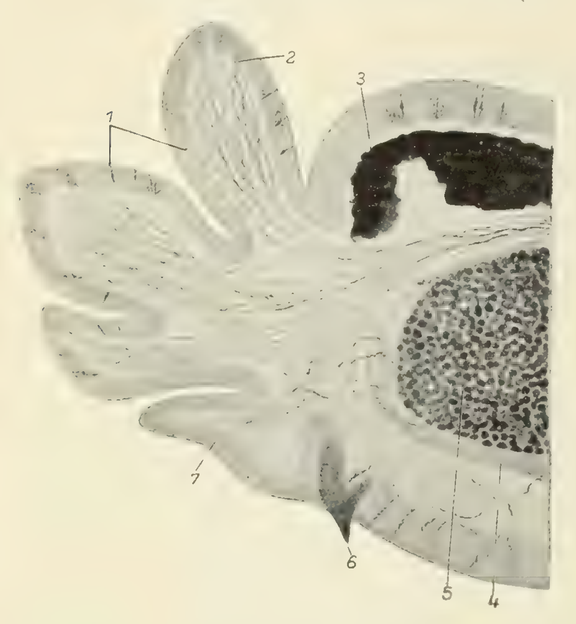


Figur 312. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *sensible Nerven-Endigungen in der Haut, a der Mundhöhle, b des Kopfes.* Senkrechte Durchschnitte. (*1*) Epithel (in *a* mit 2 dunkel gefärbten Geschmacks-Zellen und 2 konturierten Kolben-Zellen, in *b* mit aus der Bindegewebsschicht eindringenden Nerven-Fasern); (*2*) Kutis; (*3*) Hornzahn-Platte; (*4*) äußere Epithelschicht. (Nach Retzius)

Einzelne Äste bleiben in den unteren Epidermis-Schichten, die meisten aber ziehen in die äußere Hälfte der Epidermis und enden dort mit frei auslaufenden, etwas gekörnten, varikösen, verdickten Endästen zwischen den polygonalen Zellen, die bis zur Porenkutikula reichen. Auch in die Kolben-Zellen treten sie nicht ein. An der Schnauze bilden diese Endfäserchen in gleicher Weise stärker verwickelte Bündel und Büschel. Ebenso findet sich in der die Mundhöhle umkleidenden Haut ein ähnliches Verhalten und auch die Hornzähne haben intraepitheliale Nervenendigungen. An den Teilungsstellen sind die interepithelialen Fäden meist etwas verdickt. In den Mundtentakeln bilden sie eine Art besenförmiger Endigungen, indem die Lippennervenfasern massenhaft in die bindegewebige Tentakelachse eindringen, in ihr als sich mehrfach überkreuzende, feine, näher

am Epithel liegende Faserbündel verlaufen, deren Fasern fast ohne weitere Verzweigungen direkt in die Epithelschicht der Tentakel-Gruppe eindringen und sich hier in die dichten, besenförmigen, mit großen, varikösen Verdickungen versehenen Endverzweigungen auflösen. Sie stehen jedenfalls mit den spindelförmigen Sinnes-Zellen in der Seitenfläche der Tentakel in Verbindung. Dies läßt sich auch daraus erkennen, daß sie hauptsächlich in den Gebieten vorkommen, in denen sich diese spindelförmigen Zellen finden, auch außerhalb der Tentakel, zum Beispiel im Epithel der Kopfhaut, die so wie die Saugscheibententakel (nach Tretjakoff) ein spezialisiertes Gebiet der Hautnervenendigungen darstellt.

Die Nervi supralabiales versorgen also außer der Haut des dorsalen vorderen Kopfteils auch die Schleimhaut der Mundhöhle (der Saugscheibe).



Figur 313. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt des oberen Mundrandes mit den Verzweigungen des labialen Nerven in den Mund-Tentakeln.* (*1*) Sinnes-Zellen; (*2*) besenförmige, intraepitheliale Nerven-Endigungen; (*3*) Hautmelanophoren; (*4*) Faszie; (*5*) Musculus annularis; (*6*) Horn-Zahn mit Nervenendigungen in seiner Pulpa; (*7*) Haut-Epithel. (Nach Tretjakoff)

Das 2te Trigeminus-Ganglion, das Ganglion subopticum, ist dicker und kürzer als das Ganglion supraopticum und mit dem Facialis-lateralis-anterior-Ganglion durch einen besonderen, von der äußeren Ecke dieses Ganglions vorwärts ziehenden Nerven an der Ursprungsstelle des Nervus cutaneus descendens in Verbindung. Dieser Nerv zieht sofort nach seinem Ursprung ventralwärts, dann kaudolateral zur dicken Myosepte, die den Musculus praebranchialis von der dorsalen parietalen Muskulatur trennt, und dringt durch diese in den vor der ersten äußeren Kiemenöffnung liegenden Hautbezirk.

Der Nervus subopticus spaltet sich über dem vorderen Balken des Subokularbogens in 3 fächerförmig in einer Horizontalebene liegende Nerven: den Nervus suborbitalis, Nervus basilaris und Nervus apicalis (Nervus perforans nach Fürbringer). Von diesen biegt der äußerste, der Nervus suborbitalis, vor seiner Ursprungsstelle seitwärts um und zieht zwischen dem vorderen Balken des Subokularbogens und den unter ihm liegenden Muskelbündeln des Musculus basilaris an die äußere Seite dieses Muskels in den Raum des venösen Sinus basilaris und, frei in diesem als platter Strang, von einer Arterie begleitet, vorwärts. Am Vorderende des Musculus subocularis kreuzt er sich mit dessen Oberkante, geht in das den lateralen Abschnitt des Sinus annularis begrenzende Unterhautgewebe und zerfällt dort in 8 Nervi sublabiales, deren Endzweige sich ähnlich wie die der Nervi supralabiales verteilen (Figur 310, 313) und die Haut des ventralen Teils des vorderen Kopfendes der Tentakel und der ventralen Saugscheiben-Schleimhaut versorgen.

Der mittlere Ast des Nervus subopticus, der Nervus basilaris, ist vorwiegend motorisch. Er dringt aus der subokularen Membran in den Musculus basilaris ein, biegt in ihm vorwärts und versorgt, sich mehrfach verteilend, seine einzelnen Partien. Von seinen 4 Endästen dringt nur der oberste Ast von unten in den vorderen Teil des Musculus basilaris ein, während die übrigen, die als Nervus

tecto-spinosus anterior und posterior und als Nervus spino-copularis zu bezeichnen sind, die gleichgenannten Muskeln von deren medialer Seite her versorgen.

Der mediale Subocularis-Ast (Nervus perforans) durchbohrt mit einem Zweig den Ringknorpel und versorgt mit seinen Verzweigungen den Musculus annularis, während der Hauptteil, der eigentliche Nervus apicalis, der motorische und sensible Fasern enthält, aus der subokularen Membran in den äußeren, zwischen dem Basilaris und dem Pharyngeus liegenden Sinus-Pharyngeus-Abschnitt tritt, von einer Arterie begleitet frei in ihm verläuft und sich allmählich bis auf die ventrale Pharyngeusseite senkt, diesem Muskel dicht anliegend. In der Gegend des rhomboidalen Knorpels spaltet sich von ihm der gemischte Nervus subpharyngeus, der an die Ventralseite des Musculus pharyngeus übergeht und in dessen vorderen Abschnitt eindringt. Sein rostraler, etwas verdickter Teil zieht weiter unterhalb des Apikalknorpels in das Endstück des Stempel-Apparates zur Versorgung des Musculus tendino-apicalis und Musculus apicalis-lateralis. Der in einzelne Nervenbündel aufgespaltene Rest des Nerven verteilt sich in die Schleimhaut des Endstückes des Stempel-Apparates und in den hinteren Abschnitt des Mundtrichters und die Schleimhaut des Schlundrohrs.

Tretjakoff bestreitet das Vorhandensein des von Fürbringer beschriebenen Nervus recurrens.

Der Vorderrand des Ganglion subopticum liegt sehr nahe neben dem Musculus rectus inferior und sendet neben dem Nervus abducens zahlreiche, einzeln innerhalb des Musculus bis zur Grenze der Hornhaut verlaufende und in den Ziliarkörper eindringende Nervenfasern aus. In der Regenbogenhaut findet sich ein dichtes Nervenfasernetz mit zerstreuten bipolaren, selten tripolaren Nerven-Zellen, die in kleinen Gruppen in der Gefäß- und der Guanin-Schicht liegen, kugelige Kerne besitzen und von einer Kapsel mit Amphizyten umgeben sind. Zwischen den Nervenfasern dieses Netzes liegen dicke, nicht von den Zellen des Netzes entspringende, sondern an der Oberfläche der Zellen endigende Fasern, deren Ende mit einer verbreiterten, dem Zell-Körper anliegenden Platte unter die Kapsel dringt. Sie sind wahrscheinlich Endverzweigungen derselben unmittelbar aus dem Ganglion subopticum in den unteren geraden Muskel eintretenden Fasern, von denen ein Teil den Nervus ciliaris darstellt. Die Ursprungsverhältnisse der zentrifugalen Nervenfasern in der Regenbogenhaut sind übrigens noch nicht mit Sicherheit geklärt.

An der Unterseite des Ganglion subopticum liegen, an den medialen Ganglionrand gerückt, die Ursprungsstellen einiger Nerven, und zwar von hinten nach vorn gerechnet der zylindrische, sich gerade nach unten senkende Nervus mandibularis, der zugleich einen flachen Bogen medialwärts und nach hinten bildet, zwischen dem Musculus velocranialis und tectomandibularis durch in den venösen Sinus pharyngeus eintritt und von da einen kurzen Nervus tectomandibularis zur medialen Fläche des gleichnamigen Muskels sendet. Er erreicht dann das Grenzgebiet der Pars styloidea und cornualis des Kieferbogens, gibt dort den Nervus mandibulari-apicalis und den Nervus velomandibularis descendens ab und dringt dann in die hintere Öffnung der Pars cornualis ein, um sich darauf in seinem weiteren Verlauf abermals in mehrere Äste zu spalten, die so wie die eben genannten und deren Wirkungsfeld aus der beigefügten Tabelle ersichtlich sind (mandibularis, inferior, cardioapicalis).

Über der zum Durchtritt des Mandibularis dienenden Öffnung des Kieferbogens entspringt der sich vorwärts richtende Nervus glossus, der zwischen dem Musculus pharyngeus und dem Musculus basilaris an die laterale Seite des Musculus mandibulari-glossus hinüberzieht (wo von ihm der Nervus velomandibularis

ascendens entspringt) und dann bis zum Raum zwischen Musculus mandibulariglossus basilaris und annuloglossus hinabsteigt, um sich sodann gleichfalls in eine Anzahl von Endästen aufzuspalten (siehe Tabelle). Unmittelbar vor dem Ursprung des Nervus mandibularis nimmt vom Ganglion subopticum der dünne, gleich zum lateralen Rand seines Muskels hinziehende Nervus velocranialis seinen Anfang, von dem einzelne Fasern auch in die Schleimhaut des Schlundes und des Reusen-Apparates übergehen. An seinem unteren Ende zweigt von ihm der Nervus pharyngeus posterior für den gleichnamigen Muskel ab, der mit dem von Johnston beschriebenen Velarnerven identisch sein dürfte. An der medialen Seite der vorderen Grenze des Ganglion subopticum entspringt vor dem Beginn des Nervus velocranialis der gleich medialwärts und vorwärts zur Oberfläche des Musculus pharyngeus ziehende Nervus suprapharyngeus, der sich an der dorsalen Seite des genannten Muskels in 2 Äste teilt: einen lateralen, an die laterale Seite des Muskels ziehenden, parallel dem Oberrand des Subokularbogenfensters verlaufenden und sich mit dem Nervus apicalis überkreuzenden, der zwischen die Muskelfasern des Vorderteils des Musculus pharyngeus eindringt; und einen medialen, anfangs neben der Insertionslinie des Musculus pharyngeus an der Schädelbasis liegenden, später lateralwärts ziehenden, dessen Vorderende in den vorderen dorsalen Muskelabschnitt eintritt und der auch sensible Fasern für den vorderen Schlundrohrabschnitt und für die Schleimhaut des Wasserganges abgibt.

An der Eintrittsstelle des Verbindungsastes vom Lateralisganglion in das Ganglion subopticum entspringt der dünne Nervus postcornealis, der, kaudal vom Nervus abducens, lateralwärts bogenförmig aufsteigend durch das Vorderende des von ihm mit Nervenfasern versorgten Musculus cornealis, auf dessen Außenseite geht, dann zum Musculus praebranchialis und an dessen äußerer Fläche bis zu seinem Hinterende zieht, allmählich zum oberen Rand des Musculus subocularis herabgeht und ihm anliegt, um schließlich hinter dem Musculus praebranchialis als Hautnerv kaudalwärts zu ziehen.

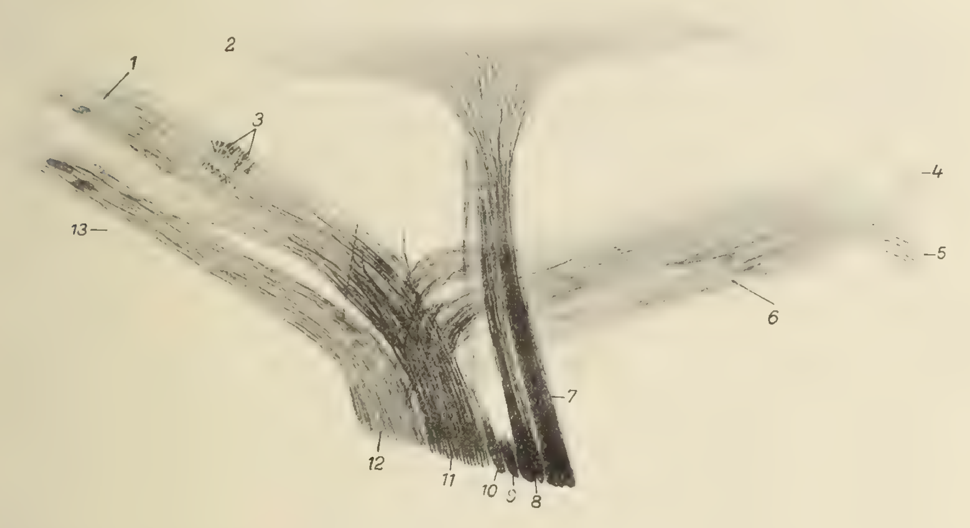
Die Nervenfasern der vom Trigeminus innervierten Muskeln spalten sich in Endfäden, die sich, nicht von Neurilemm bedeckt, zwischen den Muskelfasern verteilen und an ihren Enden in verbreiterte, mit varikösen Zweigchen versehene, längliche, längs der Muskelfasern gelagerte Endlamellen, nicht Endplatten, übergehen. Periterminale netzförmige Endigungen sind nicht nachweisbar, ebenso finden sich keine Hufeisen- oder ringförmigen Endplatten.

Während beim *Ammocoetes* die motorischen Trigeminusfasern sich in einem dickeren kaudalen und einem dünneren frontalen Bündel sammeln, sind sie beim *erwachsenen Tier* in einem Bündel vereinigt. In der dorsalen Zellsäule läßt sich eine hintere Partie mit größeren Zellen von einer vorderen mit kleinen Zellen unterscheiden, ohne daß beide scharf voneinander abgegrenzt wären.

Den hier wiedergegebenen Darstellungen Tretjakoffs über den Trigeminus widerstreitet Cords in einigen Punkten. Nach der allgemein herrschenden Ansicht entspringt der Trigeminus nur mit 3 kräftigen Wurzeln von der Seitenfläche des oralen Myelencephalonendes, von denen die 2 vorderen, dorsaler gelegenen sensibel, die 3te motorisch ist. Nach Cords dagegen ist der Trigeminus nur in 2 Hauptäste zu teilen, da der von den Autoren beschriebene 2te und der 3te Ast einen zusammengehörigen Nervenstamm darstellen. Das Ganglion maxillo-mandibulare ist vollständig einem Spinalganglion gleichzustellen, da von hinten und median auch die motorische Wurzel des Trigeminus an dasselbe herantritt, während der Ramus maxillo-mandibularis als ein typischer gemischter Nerv zu bezeichnen ist. Hierin liegt ein starker Gegensatz zu dem Verhalten der Spinalnerven bei *den Petromyzoniden*, deren sensible und motorische Elemente getrennt zu den Endgebieten verlaufen. Der Ramus mandibularis (Ramus posterior nach Cords)

liegt nach den Untersuchungen von Cords nicht innerhalb des Mandibulare, sondern nur seiner Medianfläche eng angelegt. Der von Tretjakoff geschilderte Nervus ciliaris besteht (nach Cords' Untersuchungen) nicht, desgleichen besteht nach ihren Beobachtungen auch keine Innervation des Musculus cornealis durch den von Tretjakoff Ramus postcornealis genannten Nervenast.

Der Ramus ophthalmicus *der Petromyzoniden* wurde von verschiedenen Autoren mit dem Ophthalmicus superficialis, von anderen mit dem Ophthalmicus profundus *der Gnathostomen* homologisiert. Nach Ansicht von Cords läßt sich diese Frage aus der Anatomie der *ausgewachsenen Petromyzoniden* überhaupt nicht entscheiden, da der Ophthalmicus nach seiner Lage dem Superficialis, nach seinem Verbreitungsgebiet aber auch dem Profundus entspricht.



Figur 314. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Nervus acusticus, Nervus lateralis anterior.* Von der Seite gesehen, nach einer Sagittalschnittserie rekonstruiert. Die Verästelungen des motorischen Nervus facialis und des Teils des Nervus lateralis (Ramus ventralis) weggelassen. (*1*) Kaudale Spindelzellengruppe; (*2*) Lobus lineae lateralis; (*3*) Nervus lateralis posterior; (*4*) Abzweigung von (*5*) in das Trochlearis-Gebiet (Tractus octavo-motorius anterior superior); (*5*) Tractus octavo-motorius anterior; (*6*) frontale Spindelzellen-Gruppe; (*7*) dorsale, (*8*) ventrale Wurzel des Nervus lateralis anterior; (*9*) motorische, (*10*) sensible Facialiswurzel; (*11*) dorsale, (*12*) ventrale Wurzel des Nervus acusticus; (*13*) motorischer Teil des Nervus geossopharyngeus. (Nach Tretjakoff)

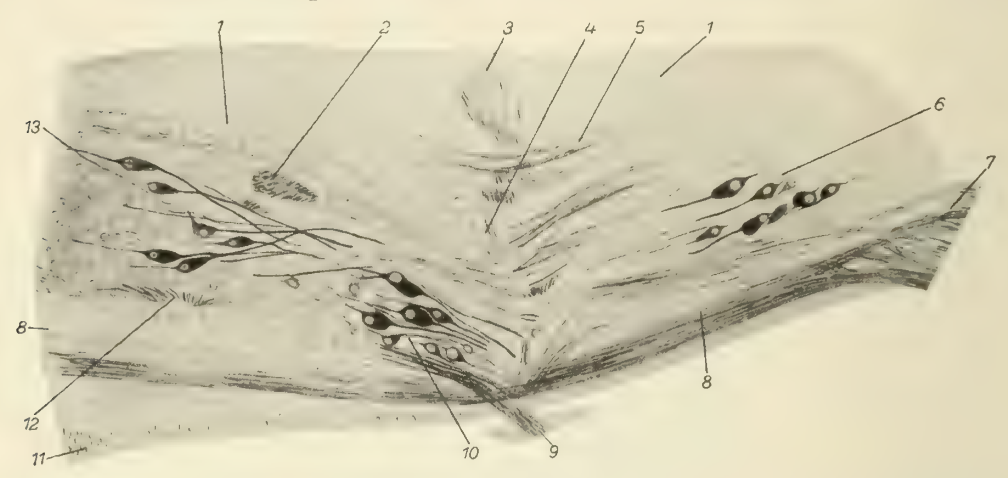
Die folgende kleine Tabelle stellt verschiedenartige Bezeichnungen einzelner Nervenelemente durch Cords und Tretjakoff zusammen.

Cords:	Tretjakoff:
Ramus ophthalmicus	Nervus supraopticus
Rami labiales superiores	Nervi supralabiales
Ganglion (Ramus) maxillo-mandibularis	Ganglion (Nervus) subopticum
Rami labiales inferiores	Nervi sublabiales
Ramus anterior	Ramus apicalis
Ramus posterior	Ramus mandibularis
Ramus lingualis inferior	Ramus glossus

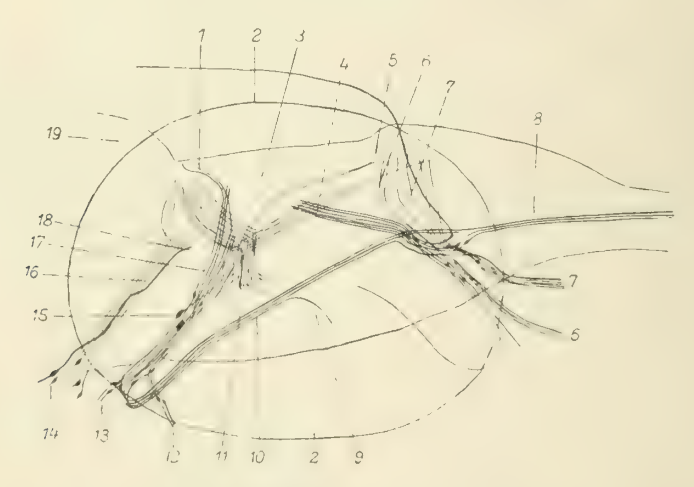
Der Trigeminus ist (nach Tretjakoffs Ansicht) nach seinem Verhalten beim *Ammocoetes* aus 2 segmentalen Nerven zusammengesetzt.

Der Nervus facialis und Nervus acusticus, denen wohl auch Lateralis-Fasern beigemengt sind, entspringen (nach Cords) mit 3 undeutlich gesonderten Wurzelbündeln aus der seitlichen Dorsalfläche des Rhombencephalons, nach den Beobachtungen von Tretjakoff mit 6 Wurzeln, von denen je 2 jedem der 3 Nerven angehören. Und zwar besitzt der Nervus lateralis anterior eine vordere dorsale und eine hintere ventrale Wurzel, die beide in der Höhle der Ohrkapsel vor den

nur schwer voneinander unterscheidbaren Wurzeln des Facialis und Acusticus verlaufen. Die Wurzeln des Facialis sind dünn und liegen, die motorische vor der sensiblen, zwischen denen des Lateralis und des Acusticus. Hinter der sensiblen Facialis-Wurzel folgt die dorsale und unter ihr die ventrale Acusticus-Wurzel.



Figur 315. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Sagittalschnitt durch die Oblongata, den Acusticus und die spindelförmigen Zellen der Kerne des Tractus octavo-motorii.* (*1*) Blutgefäße; (*2*) Nervus lateralis posterior; (*3*) dorsale, (*4*) ventrale Wurzel des Nervus lateralis anterior; (*5*) frontale Äste des Nervus lateralis posterior; (*6*) frontale Spindelzellen-Gruppe; (*7*) Wurzel des Nervus trigeminus; (*8*) Tractus trigemini spinalis; (*9*) Nervus acusticus; (*10*) laterale Spindelzellen-Gruppe; (*11*) Fibrae arcuatae; (*12*) sensible Glossopharyngeusfasern; (*13*) kaudale Spindelzellen-Gruppe. (Nach Tretjakoff)



Figur 316. Cyclostoma. — *Lampetra wilderi* Gage: *Diagramm der sensorischen Wurzeln.* Von der Seite gesehen. (*1*) Cerebellum; (*2*) Gehörkapsel; (*3*) Tuberculum acusticum; (*4*) Postauditorische Laterallinienwurzel; (*5*) Fasciculus communis; (*6*) Nervus glossopharyngeus (IX); (*7*) Nervus vagus (X); (*8*) Nerv der Laterallinie (Seitenlinie); (*9*) Medulla; (*10*) Anastomose der prae- und postauditorischen Bestandteile der Laterallinie; (*11*) VIIIter Nerv; (*12*) Hypothalamusfasern; (*13*) Bukkalfasern; (*14*) Ganglion Gasseri; (*15*) der VIIte Nerv im engeren Sinne (Fasciculus communis und motorische Wurzeln); (*16*) Vter Nerv (Trigeminus); (*17*) Nerv und Wurzel des VIIten Nerven für die Seitenlinie; (*18*) Spinalzug des Nervus trigeminus; (*19*) Tectum opticum. (Nach Johnston)

Alle diese Wurzeln treten dicht gedrängt, nur durch spärliche Bindegewebsbündel voneinander geschieden, durch die häutige Schädelwand; die am deutlichsten sichtbaren Lateralis-Fasern werden innerhalb der Ohrkapsel nicht von Ganglien-

Zellen unterbrochen, sondern laufen direkt durch eine Öffnung im Kapselbogen in die Ganglien-Zellen des extrakapsulären Ganglion hypoticum aus. Die sensiblen Facialis-Fasern liegen größtenteils innerhalb der Kapsel. Die dem Facialis angehörenden, am vorderen Ende des aus kolossalen, großen, mittelgroßen, spindelförmigen und kleinen kugeligen Zellen gebildeten Ganglion acusticum liegenden Zellen bilden innerhalb der Kapsel das aus großen und mittelgroßen Ganglien-Zellen bestehende Ganglion prooticum.

Das der Ohrkapsel dicht anliegende, pyramidenförmige, aus Lateralis- und Facialis-Elementen gemischte Ganglion hypoticum entsendet von seiner vorderen Außenecke die beiden, wohl nur aus Facialisfasern bestehenden Verbindungsäste zu den beiden Trigeminus-Ganglien aus einem gemeinsamen, die Ganglien-Zellen einschließenden Fortsatz. Seitlich von diesem liegt die Ursprungsstelle des Nervus buccalis, der unter dem Nervus cutaneus descendens zur Überkreuzungsstelle mit dem Nervus subopticus zieht, in die Augenhöhle eindringt, unter dem Augapfel herum zum vorderen Pol der Augenhöhle geht, dort die Orbitalwand durchsetzt und über dem oberen Rand des Musculus subocularis die Vereinigungsstelle mit dem Nervus supraorbitalis erreicht.

Von der hinteren Außenecke des Ganglion hypoticum entspringen 2 nahezu gleich dicke, divergierende Nervenstämme, von denen der dorsale die Lateraliskommissur bildet, bogenförmig innerhalb der dicken, die Ohrkapsel umhüllenden, bindegewebigen Schicht kaudalwärts bis zur Verbindung mit dem Nervus lateralis posterior gehend, dessen Fasern sich unmittelbar in den Stamm des Nervus lateralis posterior fortsetzen, während der ventrale Stamm motorische und sensible, hauptsächlich dem Facialis angehörige Fasern enthält, zwischen denen zahlreiche Ganglien-Zellen liegen. Er teilt sich in den Nervus hyoideus, der zwischen die Randmuskelfasern des 1ten Musculus constrictor branchialis eindringt, dann bis zur Mitte des Hyoidbogens parallel mit dessen oberem Teil zieht, sich nach hinten und seitwärts wendet und, aus dem Muskel heraustretend, den oberen Rand der ventralen parietalen Muskelschicht kreuzt. In 4 Äste geteilt, dringt er dann in die Unterhaut ein, um in fächerförmig verteilten Endästen sich in der Haut des ventralen Kopfgebietes zu verbreiten. Er versorgt auch den Kiemenmuskel mit einem starken Ast. Tretjakoff bestreitet das Vorhandensein eines 2ten sensiblen Astes für die Schleimhaut der vorderen Kiemensackwand, den Johnston beschrieben hat. Der motorische Facialisanteil geht vollständig in den viel dünneren, horizontal an der dorsalen Oberfläche des Musculus constrictor branchialis externus geradeaus nach hinten verlaufenden und seine Endzweige in die Tiefe der Muskelschicht einsenkenden, aus dünnen, mit Neurilemm bedeckten, sowie nackten, leicht varikösen, den Fasern des sympathischen Systems ähnlichen Fasern bestehenden gemischten Nervus sympathico-branchialis. Cords bestreitet das Vorhandensein dieses Nerven.

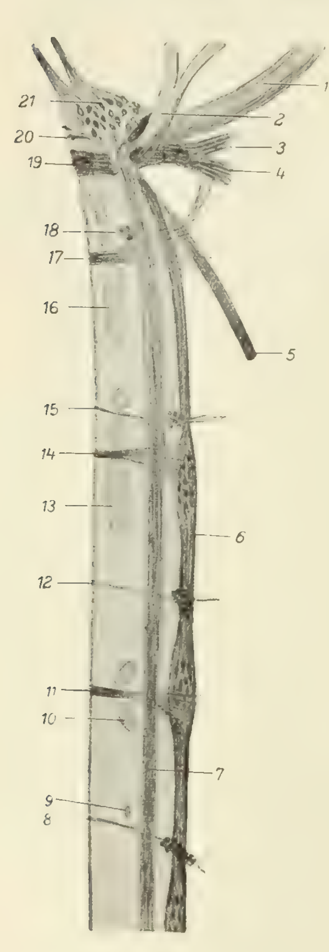
Der Nervus lateralis anterior ist mit den Nervenhügeln der Seitenlinie (Neuromasten) des Kopfes bis zur Kiemengegend verbunden, und zwar erhält die vorderste supraorbitale Reihe der Neuromasten Lateralis-Fasern durch den Nervus supraorbitalis und buccalis, die suborbitale nur durch den zweiten. Auch mit dem Nervus hyoideus ist eine Neuromasten-Gruppe verbunden. Nach Cords bildet der Facialis mit dem Acusticus zusammen in der Ohrkapsel das große Ganglion acustico-faciale, das also dem Ganglion prooticum und dem eigentlichen lateral und kaudal davon gelegenen Ganglion oticum des Acusticus anderer Autoren entspricht.

Das Acusticus-Ganglion setzt sich aus 2 ziemlich scharf voneinander getrennten Sorten von Zellen zusammen. Erstens dicht gedrängten, kleinen, runden Zellen in seiner Mitte, deren periphere Fortsätze zur Nervenendstelle des dem Ganglion dicht angelagerten, sackförmigen Anhangs des Gehörorgans gehen; und zwar ziehen diese Fasern einzeln oder in kleinen Bündelchen, nicht als einheitliche Nervenstämme, in ihn hinein. Zweitens außerordentlich langen Zellen im vorderen und hinteren Ganglion-Teil, und zwar kleineren, aber doch stets an Größe die ersteren übertreffenden, deren periphere Ausläufer zur Seitenabteilung der vorderen und hinteren Ampulle und dem sogenannten Sacculus, einer kleinen, oralwärts an den sackförmigen Anhang schließenden Grube ziehen, und größeren Zellen, die »langsam einsetzende und allmählich wieder verschwindende An-

schwellungen« von breiten, mächtigen, in geschlossenem Zuge als starker Nervenstamm in die Furche zwischen medialer und ventraler Seitenabteilung der Ampulla trifida eintretende Fasern darstellen. Dieser Nervenstamm faßt, sich gabelnd, die Crista der Ampulle zwischen sich und endet fast ausschließlich in der Crista der vorderen und hinteren Ampulle bis auf ein kleines, vom vorderen Ast abzweigendes Faserbündel, das den Nervus acusticus accessorius (siehe Gehör-Organ) bildet.

Der kräftig entfaltete Nervus acusticus tritt durch die Fenestra acustica kaudal zum Facialis und verzweigt sich in den Ramus anterior und posterior. An dieser Verzweigungsstelle entspringt ihm auch noch der lange, dünne Nervus acusticus accessorius, der um das Labyrinth herum zu einer Papille im Ductus endolymphaticus geht (über die weitere Verteilung und Endigung des Nerven siehe Gehör-Organ).

Die metaotische Nerven-Gruppe bildet den Vagus-, glossopharyngeus-, lateralis-posterior-Komplex, dem 11 feine, schon im perimeningealen Schädelraum zu 6 Wurzeln vereinigte Bündel angehören, wie sich durch die Untersuchung an *Ammocoetes* nachweisen läßt, bei dem die einzelnen Wurzeln, deutlicher voneinander getrennt, kenntlich sind. Topographisch gehören ihr auch noch die beiden ersten Spinookzipitalnerven an, von denen der 1te nur durch eine hinter der Vagus-Wurzel und vor der Vena jugularis superficialis verlaufende motorische Wurzel gebildet wird, während der 2te aus 4, oft zu einer verschmolzenen motorischen und einer über ihnen liegenden sensiblen Wurzel besteht, die hinter der eben genannten Vene die fibröse Schädelwand durchbohren.



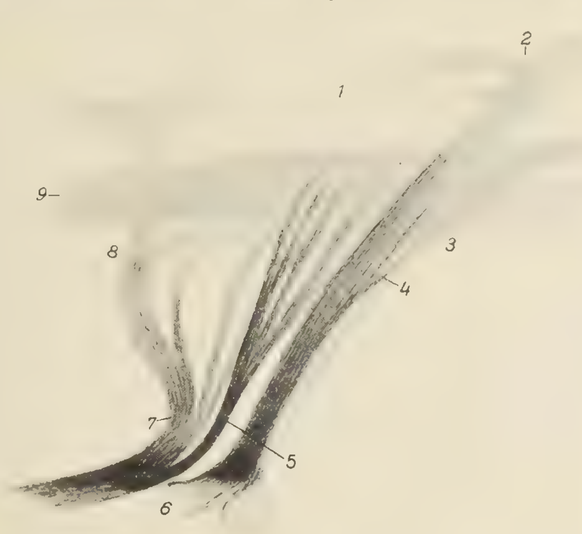
Figur 317.

Figur 317. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *graphische Rekonstruktion der metaotischen Nerven-Gruppe.* (*1*) Lateraliskommissur; (*2*) Nervus supraocularis; (*3*) Nervus subocularis; (*4*) Nervus posthyoideus; (*5*) Nervus glossopharyngeus; (*6*) Nervus vagus; (*7*) Nervus lateralis posterior; (*8*) 2te epibranchiospinale dorsale Wurzel; (*9*) kleines supplementäres Knorpelstück; (*10*) 3ter Wirbelbogen; (*11*) 2te epibranchiospinale ventrale Wurzel; (*12*) 1te epibranchiospinale dorsale Wurzel; (*13*) 2ter Wirbelbogen; (*14*) 1te epibranchiospinale ventrale Wurzel; (*15*) 3te dorsale spino-okzipitale Wurzel; (*16*) 1ter Wirbelbogen im horizontalen Längsschnitt; (*17*) 3te ventrale, (*18*) 2te dorsale, (*19*) 2te ventrale spino-okzipitale Wurzel; (*20*) 1ter spino-okzipitaler Nerv; (*21*) Ganglion metaoticum mit 2 Wurzeln. (Nach Tretjakoff)

Der Nervus lateralis posterior, der mit seinen in senkrechter Richtung stark abgeplatteten Wurzeln die Schädelmembran über den anderen Wurzeln der metaotischen Gruppe durchbricht, bildet unmittelbar darauf das pyramidenförmige Ganglion metaoticum, das sich lateral mit dem kommissuralen Stamm des Nervus lateralis anterior verbindet und von dessen hinterer Ecke die mit dem kommissuralen Strang einen gemeinsamen Stamm bildenden Fasern des Nervus lateralis posterior abgehen. Unterhalb des Ganglion metaoticum liegt das dem Glossopharyngeus und dem Vagus angehörende Ganglion branchiale primum, das nicht immer scharf von dem Ganglion metaoticum abgetrennt ist und ebenfalls eine mit der Spitze nach oben gerichtete Pyramide bildet, so daß beide Ganglien »eine ungefähr sanduhrförmige Figur« darstellen. Von seiner äußeren vorderen Ecke entspringt der dünne, unterhalb der lateralen Kommissur um

die hintere Ohrkapselwand vorwärts umbiegende und darauf seitwärts bis zum hinteren Abschnitt des Musculus cornealis ziehende Nervus postorbitalis, der sich im Hautbezirk hinter der Hornhaut in seine Endästchen verzweigt.

Der Nervus glossopharyngeus nimmt aus der hinteren äußeren Ecke des Ganglions seinen Ursprung, zieht rückwärts nach der dorsokaudalen Oberfläche des 1ten Kiemenmuskels und senkt sich in das bindegewebige Septum zwischen dem 1ten und 2ten Kiemensack ein. Bei der Überkreuzung mit dem epitrematischen Abschnitt des 1ten Kiemenbogens bildet er ein 2tes Ganglion, das Ganglion arcuale, bei der Überkreuzung mit dem hypotrematischen Kiemenbogenabschnitt das 3te, das Ganglion subarcuale. Unterhalb des Ganglion arcuale entsendet er den seitwärts bis zum Musculus sphincter branchialis externus ziehenden motorischen Nervus ectobranchialis für den Sphincter der ersten äußeren Kiemenöffnung, sowie seitliche, mit motorischen Nervenendigungen an den Muskelfasern des Kiemenmuskels (Constrictor branchialis externus I) endigende Äste. Unterhalb des Ganglion subarcuale gabelt er sich in einen innerhalb des Septums medialwärts bis zu dessen innerem Rand verlaufenden, sich mit der Schleimhaut des Kiemensackes verbindenden, viszeralen Nerven und einen aus dem Septum in die Unterhautschicht eindringenden und als Hautnerven endigenden lateralen Nerven.



Figur 318. CYCLOSTOMA. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Nervus glossopharyngeus, Nervus lateralis posterior, Nervus vagus.* Nach einer Sagittalschnittserie rekonstruiert. (*1*) kaudale Gruppe der Spindel-Zellen des Tractus octavo-motorius posterior; (*2*) Nervus lateralis posterior; (*3*) Nervus glossopharyngeus; (*4*) Anastomose zwischen (*3*) und (*2*); (*5*) sensible Wurzeln des Nervus vagus; (*6*) Ganglion nervi glossopharyngei et vagi; (*7*) gemischte hintere Gruppe; (*8*) sensible Fasern der kaudalen Wurzel des Nervus vagus; (*9*) Tractus trigemino-spinalis. (Nach Tretjakoff)

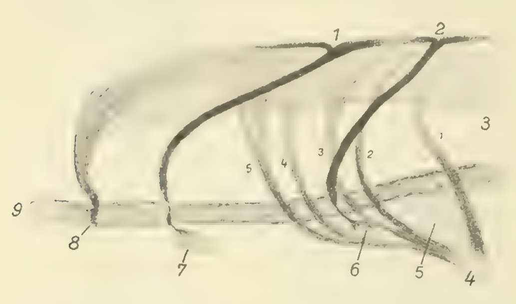
Vom Ganglion branchiale I dringen Ganglien-Zellen auch in den vordersten Ursprungsabschnitt des Nervus vagus vor (Ganglion nervi vagi), dessen Stamm im Gebiet des 1ten Kiemensacks medial vom Nervus glossopharyngeus liegt, um über dem 2ten Kiemensack mehr seitwärts neben das parietale Muskelblatt zu ziehen. In diesem Stamm liegen 6 branchiale, äußerlich sehr wenig kenntliche Ganglien, deren Zellen meist der ventralen Schicht des Stammes angehören. Hinter jedem Ganglion entspringt ein den Verlauf des Glossopharyngeus wiederholender, aber nur ein Ganglion, nämlich das Ganglion arcuale besitzender branchialer Nerv (Nervus branchialis 1 bis 6), der sich unterhalb seines Ganglion arcuale in einen viszeralen und einen Hautast teilt. Die motorischen branchialen Endverzweigungen bilden in den Kiemenmuskeln meist lange, variköse, längs der Muskelfasern verlaufende und sie umwickelnde Fädchen.

Cords unterscheidet ein ventral und kaudal vom Ganglion branchiale I des Glossopharyngeus gelegenes Ganglion radicis nervi vagi.

Die Ausbreitung des Vagus in kaudaler Richtung ist bei *den Petromyzoniden* ganz außergewöhnlich beschränkt. Die Ursachen dafür sind noch nicht aufgeklärt.

Cords betrachtet dieses Verhalten aber jedenfalls als einen primitiven Zustand. Der kommissurale Strang wird von ihr als Ramus communicans cum nervo laterali bezeichnet.

Die viszeralen Zweige des Glossopharyngeus und der Nervi branchiales sind mit geschmacksknospen-ähnlichen Organen in Verbindung, die beim *Ammocoetes* im Wassergang am Rand jedes interbranchialen Septums, beim *erwachsenen Tier* nur in der Umgebung der inneren Kiemenöffnung liegen. Der viszerale Ast teilt sich in ventrale und dorsale Endästchen. Im subepithelialen Geflecht der Endfasern dieses viszeralen Astes finden sich auch zahlreiche kapsellose bi- und multipolare sympathische Zellen mit feinen, sich mit den Endfasern des Glossopharyngeus-Astes verflechtenden Nervenfasern.



Figur 319. CYCLOSTOMA. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Nervi spino-occipitales ventrales et dorsales.* Nach einer Horizontalschnittserie rekonstruiert. (*1*) 2ter, (*2*) 1ter Nervus spino-occipitalis dorsalis; (*3*) Lateralrand der Medulla; (*4*) 1ter Nervus spino-occipitalis ventralis; (*5*) Blutgefäß; (*6*) Ganglion von (*2*); (*7*) Ganglion von (*1*); (*8*) 2ter Nervus spino-occipitalis ventralis; (*9*) Kranialmembran; (*1 bis 5*) Wurzeln von (*4*). (Nach Tretjakoff)

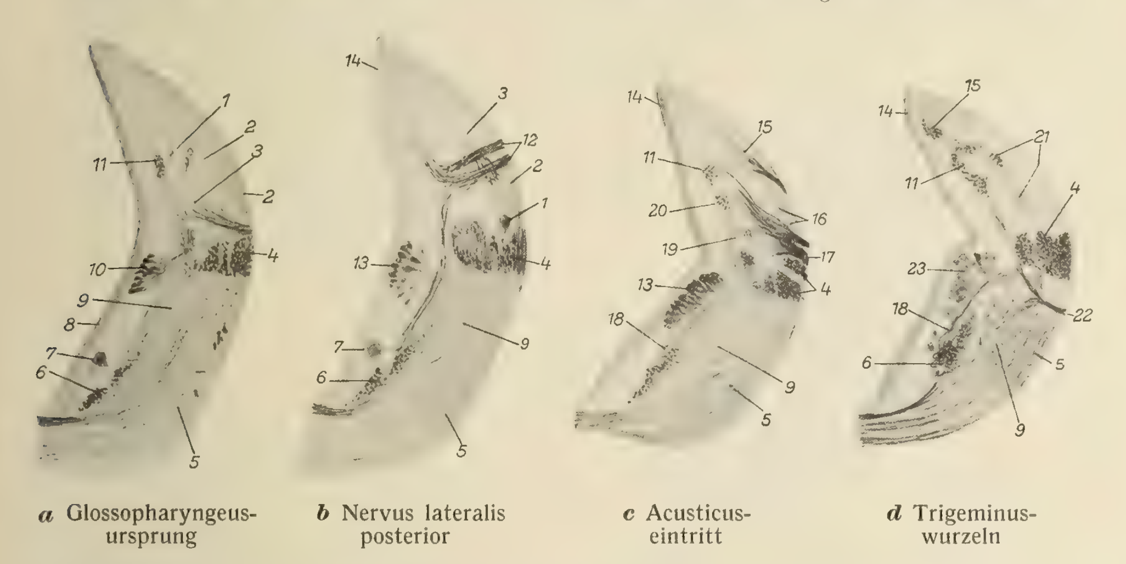
Der motorische Teil des 2ten spinookzipitalen Nerven, der sich seitlich von der Vena jugularis mit dem 1ten spinookzipitalen Nerven verbindet, dient zur Versorgung der vorderen Parietalmuskelschichten des Kopfes. Er liegt nach dem Durchtritt durch die Schädelmembran, seitlich vom Ganglion metaoticum, dicht an der Umbiegungsstelle der lateralen Kommissur in den Nervus-lateralis-posterior-Stamm und teilt sich in einen dorsalwärts und einen ventralwärts gerichteten Stamm, die beide sehr stark sind und von denen der erste, über den hinteren Ohrkapselpol ziehende, sich wieder in einen lateralen und einen medialen, über der Ohrkapsel bis zum vorderen Ende des Musculus supraorbitalis verlaufenden Ast teilt (Nervus supraocularis lateralis und medialis). Der ventrale Stamm zieht, sich fächerartig verbreiternd, ventralwärts, gibt einen kleinen Ast an den Musculus praebranchialis ab und teilt sich an dessen medialer Fläche in den hinter dem Hyoidbogen abwärts steigenden, in 2 vor der vordersten Kiemenöffnung gelegenen hypobranchialen Myotomen endigenden Nervus posthyoideus und den unter dem unteren Pol der Orbitalwand an die Medialfläche des vor dem Auge liegenden Abschnittes des Musculus subocularis gehenden, diesen versorgenden Nervus subocularis. Beide Nerven haben sehr dicke Fasern, die in verschieden geformten, aus dicht gelagerten, zahlreichen Ausläufern der Achsenzylinder zusammengesetzten, ein reiches Neurofibrillen-System aufweisenden Endplatten ausgehen. Die Neurofibrillen bilden in den Ausläufern der Endplatten Ösen (so wie bei *den höheren Tieren*). Die übrigen, nicht so dicken Nervenfasern dringen, zahlreiche variköse Fädchen bildend, zwischen die Myosepten ein, verbreiten sich zwischen den einzelnen Muskelkästchen und bilden an der Außenfläche jedes Myotoms ein dichtes Geflecht von varikösen Fäden.

Der 3te spinookzipitale Nerv hat gleichmäßiger ausgebildete motorische und spinale Wurzeln, die entweder durch eine gemeinsame große Öffnung den ersten Wirbelbogenunterteil passieren oder getrennt, die sensible Wurzel über der

großen Öffnung der motorischen. Das Ganglion der dorsalen Wurzel ist stets neben dem motorischen Teil des Nerven gelegen. Die peripherischen Verästelungen sind gemischt.

Der nächstfolgende 1te spinoepibranchiale Nerv hat bereits ganz selbständige Verteilung der motorischen und sensiblen Bündel, die einen Zusammenhang mit dem Nervus vagus aufweisen.

Die spinookzipitalen Nerven sind (nach Ansicht von Cords) »streng genommen nicht als Okzipitalnerven, sondern nur als Spinalnerven« aufzufassen, die allerdings in ihrem Verlauf und der Art ihrer Verbreitung sehr deutlich von



a Glossopharyngeus-ursprung *b* Nervus lateralis posterior *c* Acusticus-eintritt *d* Trigeminus-wurzeln

Figur 320. Cyclostoma. — *Ammocoetes von Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *frontale Querschnitte durch die Medulla oblongata.* (*1*) kaudale Gruppe der Spindel-Zellen; (*2*) sensible Acusticus fasern; (*3*) sensible Glossopharyngeusfasern; (*4*) Tractus spinalis trigemini; (*5*) Fibrae arcuatae; (*6*) Funiculus longitudinalis dorsalis; (*7*) ventrale motorische Zone; (*8*) Ependym; (*9*) Tractus spino- und bulbo-thalamicus; (*10*) motorischer Glossopharyngeuskern; (*11*) kaudale Äste des Nervus lateralis posterior und Fasern aus dem dorsalen und dorsolateralen Rückenmarksbündeln (in *c* und *d* Fasern des Nervus lateralis posterior zum Cerebellum); (*12*) dorsale und ventrale Wurzel des Nervus lateralis posterior; (*13*) kaudales Ende des motorischen Nervus facialis-Kernes; (*14*) Ependym; (*15*) dorsale Wurzel des Nervus lateralis anterior (in *d* Fasern des Nervus lateralis anterior zum Cerebellum); (*16*) ventrale Wurzeln des Nervus lateralis anterior; (*17*) ventrale Wurzel des Nervus acusticus; (*18*) Tractus bulbo-oculomotorius; (*19*) quergeschnittene Fasern der dorsalen Acusticuswurzel; (*20*) Tractus glossopharyngeo-cerebellaris; (*21*) Fasern des Nervus acusticus zum Cerebellum; (*22*) ventrale gemischte Trigeminuswurzel; (*23*) motorischer Trigeminuskern. (Nach Tretjakoff)

den folgenden echten Spinalnerven unterschieden sind. Bezüglich des Ursprungs der dorsalen (sensiblen) und ventralen (motorischen) Wurzeln herrscht (nach Cords) keine strenge Gesetzmäßigkeit, sie können alternierend austreten, aber auch in unregelmäßigen Abständen und ohne zu alternieren.

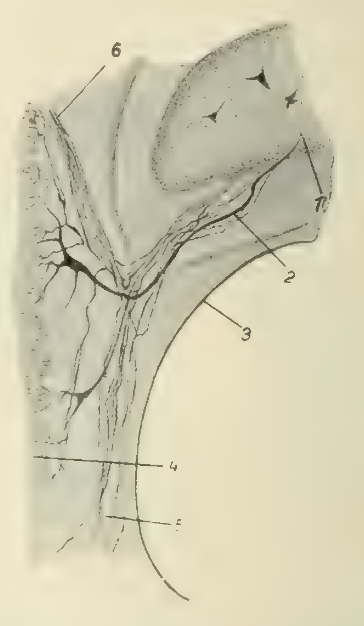
Das Ganglion der dorsalen Wurzel des 1ten spino-epibranchialen Nerven liegt nicht in der Mitte des Zwischenraums zwischen den Wirbelbogen, sondern mit seiner Wurzel dem Vorderrand des 2ten Wirbelbogens genähert. Die sensible Wurzel liegt mit ihrem Ganglion vom 4ten Spinalnerven angefangen immer in der Mitte zwischen den Wirbelbogen. Alle 10 epibranchialen Spinalnerven (Nervi spino-epibranchiales) verbinden sich mit dem Vagusstamm derart, daß ihr sensibler Ast zur Oberseite des Vagus zieht und mit diesem verschmilzt, während sich ein vom motorischen Nerven abgehendes Bündel an die Lateralseite des Vagus-Stammes anlegt.

Jede der sensiblen und motorischen Wurzeln teilt sich in dorsale und ventrale Hauptteile, die dorsal-, lateral- und ventralwärts an der medianen Seite des entsprechenden Myotoms verlaufen und ihre Endäste in die Myosepten senden. Die sensiblen Nervenbündel ziehen durch bis an die Haut.

Vor der motorischen Wurzel des 3ten epibranchialen Spinalnerven spaltet sich der Vagus-Stamm in einen dünneren, medianwärts umbiegenden, an das Grenzgebiet zwischen Schlund und Mitteldarm ziehenden, dort in einzelne in dichter Schicht an die Wand des Mitteldarms übergehende und sich inmitten des sympathischen Geflechts verlierende Ästchen endigenden viszeralen Stamm



Figur 321. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *gemischter spinaler Nerv*, der aus dem submyotomalen Fettgewebe in die Wand des Enddarmes eindringt und zwischen den Muskeln (ebenso wie in Mucosa) endigt. Querschnitt durch *Ammocoetes*. (Nach Tretjakoff)



Figur 322. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *ventrale spinale Wurzel. Querschnitt des Ammocoetes-Rumpfes.* (*1*) Rückenmark; (*2*) dicke Fasern der Wurzel; (*3*) äußere elastische Chordascheide; (*4*) Myotom; (*5*) ventraler, (*6*) dorsaler Ast der Wurzel. (Nach Tretjakoff)

und einen dickeren, an der Hinterwand des letzten Kiemensacks bogenförmig abwärts ziehenden, aus dicken, motorischen Fasern bestehenden, ganglionlosen Nervus hypobranchialis. Die motorischen Spinalnervenfasern sind beträchtlich dichter als die eigentlichen Vagus-Fasern. Der Nervus hypobranchialis verläuft an der Dorsalfläche des hypobranchialen Abschnitts der Parietalmuskulatur vorwärts und versorgt eine Reihe von hypobranchialen Muskelsegmenten bis zum Innervationsgebiet des ventralen Astes des 2ten Spinookzipitalnerven.

Die Spinalnerven hinter dem epibranchialen Gebiet verzweigen sich alle in gleicher Weise. Sowohl ihre sensiblen wie die motorischen Nerven besitzen septale, dorsal oder lateralwärts verlaufende und peritoneale Äste, die auch manchmal sekundäre Septaläste abgeben. Die septalen Äste dringen in die Myosepten ohne Nervenendigungen ein, ziehen bis zur Haut und enden als intraepitheliale Fäden. Der motorische Nerv besitzt immer einige dickere, neben der inneren Myotomfläche noch mehr verdickte und in Endverzweigungen zerfallende Fasern. Diese Endverzweigungen enden an der Innenseite des Muskelkästchens mit Endplatten. Die dünnen Fasern treten in die Myosepten; in diesen entspringen von den septalen Nerven lange, variköse, zwischen einzelnen Muskelkästchen verlaufende und an ihrer oberen und unteren Fläche mit sekundären varikösen Fädchen endigende Nervenfäden. Durch die reichen Verzweigungen wird ein dichtes

Geflecht aus varikösen Ästchen an der äußeren Seite des Myotoms und der einzelnen Muskelfasern gebildet. Die streng metamere Anordnung der in die Myosepten eintretenden Verästelungen der Spinalnerven ist an der Peripherie in den unteren Enden der peritonealen Äste oft gestört. Die sensiblen Nerven überkreuzen die motorischen und verlaufen an der inneren Fläche anderer Myotome. Ähnliches gilt von den motorischen.



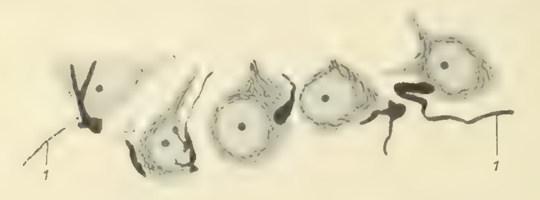
Figur 323. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Nervenendigungen.* ***a*** motorische Endplatten im Musculus rectus oculi superior; ***b*** sensible Endplatten im Neuromast-Organ (Querschnitt der Haut); ***c*** motorische Endplatten an der medialen Fläche des Musculus supraocularis (horizontaler Kopflängsschnitt); ***d*** motorische Endverzweigungen des spinalen Nerven an der äußeren Myotomoberfläche; ***e*** intramyotomale Verteilung der Endäste der motorischen spinalen Nerven (horizontaler Rumpflängsschnitt). ***a*** bis ***d*** entwickeltes Tier, ***e*** Ammocoetes. (*1*) Sinnes-Zellen; (*2*) Nervenfasern in der Lederhaut; (*3*) Epithelgrenze; (*4*) Endplatte. (Nach Tretjakoff)

Die motorischen peritonealen Nerven senden auch in das ventrale Mesenterium des Enddarms Nervenfasern ab, die bis zu dessen Wand verlaufen und sich an ihr in einem sympathischen Geflecht verlieren. Am Hinterende des Enddarms (dem Afterpfropf) endigen die eintretenden Nervenfasern an den den Enddarm und die Harnleiter beiderseits bekleidenden quergestreiften Muskel-

fasern. In den Flossen beginnt schon an der Flossenbasis die Aufspaltung der dorsalen und ventralen Äste der sensiblen Spinalnerven in einzelne wenige Fasern, die in einem durch Kollateralen das Epithel versorgenden Geflecht alle zum freien Flossenrand streben, dessen sägeartig gestaltete Randzacken sehr reiche Nervenversorgung aufweisen. Jede Zacke hat ihren eigenen End-Apparat mit varikösen Fädchen innerhalb der bindegewebigen Papille, der der Form dieser Papille entspricht.

Die Neuromasten des Rumpfes sind in ihrem wesentlichen Bau, wenn auch nicht in der Form, denen des Kopfes gleich.

Von dem beim *Ammocoetes* vorhandenen ethmoidalen sympathischen Geflecht ist beim *erwachsenen Tier* nichts zu finden. Dieses weist außer den bereits erwähnten sympathischen Elementen auch noch folgende auf: zunächst spärliche bipolare, ungekapselte, sympathische Zellen in der bindegewebigen Umhüllung des Sehnerven, die mit den bereits erwähnten gekapselten intermuskulären Zellen das Homologon des Ziliarganglions der Gnathostomen darstellen. Eine Gruppe von gekapselten sympathischen Ganglien-Zellen liegt oberhalb des Ganglion metaoticum an der Wand der Vena jugularis superficialis.



Figur 324. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zellen des lateralen Oculomotorius-kerns, die Endigungsweise der Fasern des Tractus bulbo-oculomotorius* (*1*) an den Zellen des lateralen Kerns darstellend. (Nach Tretjakoff)

Der Grenzstrang des Sympathicus geht (nach Johnston) direkt rückwärts von der Basis des Ramus hyomandibularis, neigt sich medianwärts zwischen den Ganglien IX und X und verläuft zwischen Notochord und der Schleimhaut des Gaumendachs, sowie zwischen der Kardinalvene und der Aorta. Der vordere Teil dieses Stranges entspricht dem Nervus branchialis, der ja, wie schon erwähnt, sympathische Elemente enthält. Diese setzen sich an der Wand der Kardinalvene kaudalwärts weiter als der übrige Teil des Stranges fort.

Im Rumpf treten die sympathischen Zellen an der Wand der Vena cardinalis posterior und der Aorta nur selten auf. Zahlreicher sind sie in der Nierengegend, in dem den Kardinalvenen lateralwärts benachbarten Bindegewebe. In der Wand der Kardinalvenen finden sich nur ungekapselte bi- oder multipolare Nerven-Zellen, die die Venenwand umflechten und sich an die segmentalen kleineren, sich in die Kardinalvenen ergießenden Venen ansetzen. An der Wand des Venensinus des Herzens findet sich ein sehr gut ausgebildetes sympathisches System, das aus einem dichten Geflecht variköser, in Bündeln und schräg zur Längsachse des Sinus verlaufender Fasern besteht. Im vorderen Sinusabschnitt, zwischen Kammer und Vorkammer, finden sich in diesem Geflecht zahlreiche sympathische bi- und multipolare, ungekapselte Ganglien-Zellen.

An der Kammer und Vorkammer lassen sich an der Oberfläche sympathische Geflechte ohne Ganglien-Zellen feststellen.

Auch der Darm ist sehr reichlich mit sympathischen varikösen Nervenfasern versehen, die in Bündeln an der äußeren Seite der Muskelschicht zirkulär und longitudinal verlaufen und ihre Verzweigungen zwischen den Muskel-Zellen durch in die Mucosa eindringen lassen. Es finden sich bi- und multipolare Zellen, die alle ungekapselt sind, an der Oberfläche sowie auch in der Propria des Darmes. Auch an der Wand der Blutgefäße finden sich sympathische Geflechte aus feinen varikösen, scheidenlosen Nervenfasern, die meist ein Geflecht mit rhombischen Maschen bilden und nur sehr selten Ganglien-Zellen aufweisen. Im übrigen sind nach den ausführlichen Untersuchungen Johnstons sympathische Zellen in sehr weiter Verbreitung im Körper *der Petromyzoniden* einzeln zu finden.

Bezeichnend für *die Petromyzoniden* ist das Vorhandensein von rudimentären Nerven, als welche nach Tretjakoff die beiden vordersten, sogenannten Spinookzipitalnerven aufzufassen sind.

Die folgende Tabelle bringt eine kurze Übersicht der Nerven und ihrer Wirkungsgebiete nach Tretjakoff.

Nerven:	Peripherie:
Oculomotorius	Musculus rectus superior Musculus rectus inferior Musculus rectus anterior Musculus obliquus anterior
Trochlearis	Musculus obliquus posterior
Abducens	Musculus rectus posterior
Trigeminus	
Ganglion supraopticum	
(I) (1) Rami cutanei dorsales (1. und 2.)	Supraorbitale Neuromasten und Haut hinter der Nasenöffnung
(II) Supraorbitalis	
(1) Ethmoidalis (1. und 2.)	Schleimhaut des Nasenganges
(2) Rami cutanei laterales	Dorsaler Hornhautrand
(3) Supralabialis	Dorsaler Mundrand
Ganglion subopticum	
(I) Cutaneus descendens	Haut vor der 1ten Kieme
(II) Subopticus	
(1) Rami cutanei laterales	Ventraler Hornhautrand
(2) Suborbitalis	
(a) Rami cutanei laterales	
(b) Sublabiales	Ventraler Mundrand
(3) Basilaris	
(a) Tecto-spinosus anterior (b) Tecto-spinosus posterior (c) Spino-copularis	Gleichnamige Muskeln
(4) Apicalis	
(a) Perforans	Musculus annularis
(b) Subpharyngeus	Musculus pharyngeus (?), apicalis lateralis, tendino-apicalis Schleimhaut der Mundhöhle
(c) Tectolateralis	Musculus tectolateralis
(III) Ciliaris	Ziliargebiet des Auges und die Iris
(IV) Mandibularis	
(a) Tectomandibularis (b) Mandibulari-apicalis (c) Velomandibularis descendens (d) Velomandibularis ascendens (e) Mandibularis inferior (f) Cardioapicalis (g) Glossus mit Ästen: Mandibuloglossus Basilariglossus Copuloglossus rectus Copuloglossus obliquus Annuloglossus	Gleichnamige Muskeln
(V) Suprapharyngeus	Musculus pharyngeus
(VI) Velocranialis	Musculus velocranialis Musculus pharyngeus posterior Schleimhaut der Velumderivate
(VII) Postcornealis	Musculus cornealis und Haut über dem Musculus praebranchialis
Lateralis anterior-Facialis	
Ganglion prooticum und hypoticum Kommissur mit Ganglion supraopticum Kommissur mit Ganglion subopticum	
(I) Buccalis	Dorsale vordere Neuromastenreihe
(II) Hyoideus	
(a) Hyomandibularis	Ventrale Kopfhaut und Neuromasten
(b) Muscularis	Constrictor branchialis externus I
(c) Sympathico-branchialis	Constrictor branchialis externus I

Fortsetzung

Nerven:	Peripherie:
Lateralis posterior. Ganglion metaoticum	
Lateralis posterior	Rumpfneuromasten und die lateralen Neuromasten des Kiemengebietes
Glossopharyngeus. Vagus	
Ganglion branchiale I	
(1) Postorbitalis	Haut oberhalb des Musculus cornealis
(2) **Glossopharyngeus.** Ganglion arcuale und subarcuale	
(a) Ramus cutaneus	Haut
(b) Ramus visceralis	Schleimhaut der 1ten Kieme
(3) **Vagus.** 2. bis 7. Ganglia epibranchialia und arcualia	
(a) Epibranchiales 2. bis 7. mit Ramus cutaneus und Ramus visceralis	
Occipitalis I	
Occipitalis II	Musculus supraocularis Musculus subocularis Haut über denselben
Occipitalis III	1tes Myotom hinter den vorigen Muskeln
Epibranchospinale IV bis X	Entsprechende Myotome und Haut
(b) Kommissuren mit Vagus-Hypobranchialis	Hypobranchiale Muskulatur

Die Nerven-Zellen im Kopfe und den Rumpf-Ganglien *des Neunauges* haben gleiche strukturelle Eigenschaften. Nur in der rostralen Hälfte des Acusticus-Ganglions finden sich nicht nur durch ihre Größe, sondern auch durch andere Besonderheiten ausgezeichnete, kolossale Zellen, die im Querschnitt nicht dicker als große Ganglien-Zellen sind, aber eine ausgesprochen bipolare, spindelförmige Gestalt besitzen und deren Zellkörper ganz unmerklich in die beiden Fortsätze übergeht.

Die meisten Zellen im Kopfe und in den Rumpfganglien sind große Ganglien-Zellen; weiter sind mittelgroße, im Acusticusganglion meist spindelförmige Zellen vorhanden und schließlich kleine Zellen in großen Mengen im Zentralgebiet und in der kaudalen Hälfte des Acusticusganglions. Die großen Zellen und die kolossalen Zellen liegen hauptsächlich in der dorsalen, die kleinen in der mittleren Schicht des Ganglions und die mittelgroßen sind überall verteilt.

Die spindelförmigen Acusticus-Ganglien-Zellen zeigen keine Fortsätze zwischen Peripherie und zentralen Fortsätzen. Bei den kolossalen und mittelgroßen sind sie geradegestreckt, bei den übrigen biegen sie sich neben dem Zellkörper wellenförmig. Die zentralen werden dann aber wieder geradlinig.

Die kleinen Zellen fehlen dem Vagus-, Glossopharyngeus- und Lateralis-posterior-Ganglion, sowie den Spinalganglien, diese bestehen aus mittelgroßen Zellen. Die Anfangsteile der beiden Fortsätze sind insbesondere in den Spinalganglien-Zellen oft nahe aneinandergerückt und nicht streng entgegengesetzt.

Das Protoplasma der großen und mittelgroßen Zellen ist feinkörnig. Neben dem kugelförmigen, immer ein Zentrosom (Zytozentrum) enthaltenden Kern findet sich eine Anhäufung von ganz feinen, verschieden großen, stäbchenförmigen Gebilden. Die spindelförmigen Acusticus-Zellen haben ein nahezu homogenes Protoplasma auch in ihren Fortsätzen. Die Neurofibrillen liegen in einer dünnen, eine Art Mantel bildenden, oberflächlichen Schicht des Protoplasmas. Im Fortsatz sind sie, sowie die *der Myxiniden*, vollständig parallel. In den übrigen Zellen bilden sie ein kontinuierliches, das ganze Protoplasma mit Ausnahme der dünnen Oberflächenschicht und des Zytozentrums füllendes Netzwerk.

Der innere Netz-Apparat, das Endopegma, lagert sich in Form von kleinen, in den äußeren Schichten größer werdenden Körnchen und stab-, haken- oder sichelförmigen Elementen um den Kern herum.

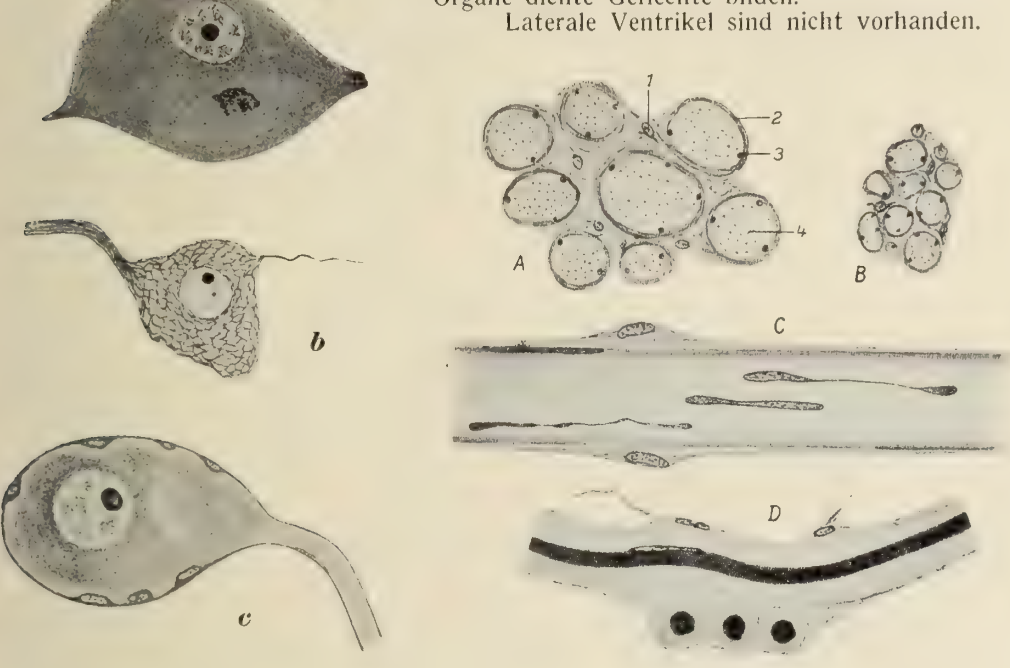
Pigment fehlt den Ganglien-Zellen.

Die Kapsel der Ganglien-Zellen besteht aus der inneren, aus platten, im Kerngebiet verdickten Zellen gebildeten Amphizytenschicht und der äußeren kollagenen Faserschicht. Kernkörperchen fehlen bei den Amphizyten-Zellen.

Die peripheren Nervenfasern sind in den motorischen Nerven beträchtlich dicker als in den sensiblen. Das Neurilemm der Nervenfasern ist sehr fein, quellbar, die Lemnozyten äußerst dünn und nur um den Kern verdickt. Nach Krause bleibt eine Randzone der Nervenfasern neurofibrillenfrei. Auch die zentralen Fortsätze der Ganglien-Zellen haben denselben Bau in bezug auf Neurilemm und Lemnozyten.

Die kleinen, mit wenigen Fortsätzen versehenen sympathischen Nerven-Zellen haben beim *Flußneunauge* meist keine Kapsel. Sie sind, sowie die verhältnismäßig wenig größeren, mit Kapseln versehenen, bi- oder multipolar. Die sympathischen Nervenfasern haben keine Scheide, sondern sind sehr feine, variköse Fädchen, die in der Wand der inneren Organe dichte Geflechte bilden.

Laterale Ventrikel sind nicht vorhanden.



Figur 325. Figur 326.

Figur 325. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): ***a*** Zelle aus dem Ganglion subopticum mit Zytozentrum, Zentriole und einem maximal ausgebildeten Stäbchen-Apparat; ***b*** Zelle aus dem gleichen Ganglion der Ammocoetes-Larve mit Neurofibrillen; ***c*** wie ***a***, an Stelle des Stäbchen-Apparates ist ein heller Hof sichtbar. (Nach Tretjakoff)

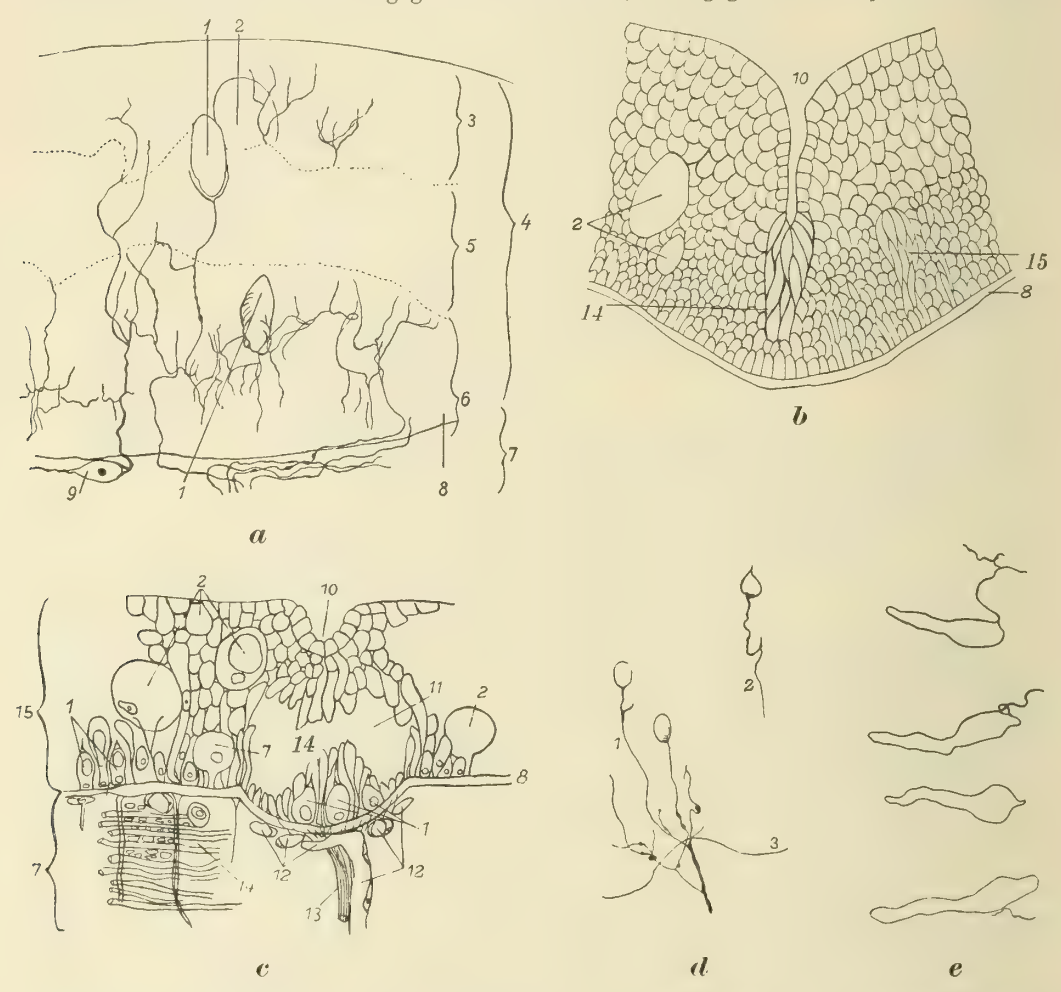
Figur 326. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitte* ***A*** der motorischen, ***B*** der sensiblen Nervenfasern, ***C*** Nervenfaser aus dem Nervus basilaris mit langen Kernen der Lemnoblasten; ***D*** motorische Nervenfasern, längs- und quergeschnitten. (*1*) endoneurale Zellen; (*2*) Neurilemm; (*3*) Kerne des Lemnoblasten; (*4*) Neurofibrillen. (Nach Tretjakoff)

Innervierung der Haut, Myxiniden

Das Gebiet der Endigungen des Trigeminus in der Haut erstreckt sich (nach den Untersuchungen von Ayers und Worthington) an *Bdellostoma* Johannes Müller auf die Hautgebiete des dorsalen Kopfteils vor dem Gehirn, auf die 4 Tentakel, den Rand der Nasalröhre und den oberen Lippenteil, während der Lateralis posterior die dorsale Haut über dem vorderen Hirnteil und etwas seitwärts davon innerviert. Die Haut der Kopfseiten vor dem Gehirn gehört zu dem beiden Nerven gemeinsamen Gebiet, zu dem Fasern vom Trigeminus und Lateralis anterior verlaufen.

Die einfachsten Endigungen des Trigeminus sind die freien Endigungen. Die feinen Nervenfasern teilen sich bei ihrem Eintritt in die Epidermis in noch feinere, teils glatte, teils perlförmige, also variköse Fibrillen, die teilweise einen verhältnismäßig geraden Verlauf durch die Epidermis zur äußeren Lage nehmen, ohne Nervenendplatten in Verbindung mit irgendwelchen Zellen und ohne irgendwelche andere Verbindung mit

epithelialen Zellen zu erhalten. Andere biegen nach einer kurzen Strecke in der Epidermis um, ziehen parallel zu deren Grundmembran und senden während dieses Verlaufs zahlreiche feine Fibrillen teils gegen die Oberfläche, teils gegen das Körper-Innere ab.



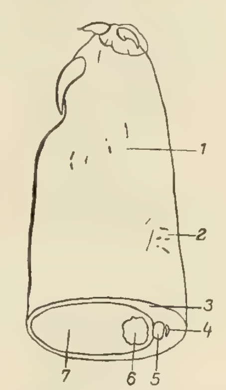
Figur 327. Cyclostoma. — *Bdellostoma-Spezies*: *Hautsinnes-Organe* des Trigeminus- und Lateralis-Gebietes. ***a*** Hautquerschnitt durch das vom Nervus trigeminus und Nervus lateralis innervierte Gebiet (erwachsenes Tier); ***b*** Epidermisquerschnitt, ***c*** Hautquerschnitt durch den Lateralislinien-Kanal (junges Tier); ***d*** kleine, ***e*** große Sinnes-Zellen im Tentakel. (*1*) sensorische Zelle; (*2*) Schleim-Zelle; (*3*) äußere Epidermis-Lage; (*4*) Epidermis; (*5*) mittlere, (*6*) innere Epidermis-Lage; (*7*) Dermis; (*8*) Basalmembran; (*9*) Ganglien-Zelle; (*10*) Seitenlinien-Kanal (Laterallinien-Kanal); (*11*) Röhre unterhalb des Kanals; (*12*) Blutgefäß; (*13*) Nervenbündel; (*14*) Wulst der Spindel-Zellen; (*15*) Spindel-Zellen-Neuromast an der Seite der Hautgrube. (Nach Worthington)

Von diesen endigen die einen gleichfalls frei, andere treten in Verbindung mit Zellen von einzeln liegenden Nervenend-Zellen. In der Trigeminus-Region kann man große und kleine Zellen unterscheiden, von denen die kleinen sehr zahlreich in den inneren oder mittleren Schichten vorhanden sind, entweder ovale oder konische Gestalt mit terminaler Spitze besitzen und zu denen der Nerv entweder einfach oder gegabelt von der proximalen Seite herantritt. Manchmal bildet er auch eine kleine Platte an der Basis der Zelle und zuweilen dringt er offenbar auch in diese ein und teilt sich dort in zahlreiche feine Fibrillen. Die großen Zellen sind keulenförmig, gewöhnlich proximal breiter als distal, und liegen entweder in der inneren Schicht oder teils in der inneren, teils in der mittleren. Der Nerv tritt an sie von der Seite ihres Proximalteils heran. Solche Zellen finden sich in den Tentakeln verhältnismäßig selten und nicht so groß und zahlreich wie in der Haut des Kopfes.

Bdellostoma Johannes Müller hat gut entwickelte Lateral-Organe und Kanäle, deren Innervierung vom Acustico-Lateralis-System mit Nerven und Sinnes-Organen erfolgt.

Das Vorhandensein dieser Oberflächen-Organe, von denen die dem Gehör dienenden Sinnes-Organe entsprungen sind, bei *den niedrigsten, über Amphioxus stehenden Chordaten* ist theoretisch von großer Wichtigkeit. Es spricht nach der Ansicht der beiden Autoren gleichfalls dafür, daß wir es bei diesen Formen nicht mit degenerierten zu tun haben, sondern mit solchen, »die in der geraden Linie der Abstammung *der höheren von den Ahnenformen* gelegen sind«.

Die Kanäle der Laterallinie sind bei *Bdellostoma* Johannes Müller wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit schwer zu finden. Sie liegen im dorsolateralen Gebiet des Kopfes in 2 Gruppen, einer vorderen und einer hinteren, die den sie innervierenden Lateralis-anterior- und -posterior-Nerven entsprechen. Die vordere, aus einigen nahezu gleich weit voneinander stehenden kurzen Kanälen bestehende Gruppe liegt vor dem Auge an der Kopfseite, die hintere, aus 2 Teilen zusammengesetzte, auf der dorsalen Kopfseite.



Figur 328. Cyclostoma. — *Bdellostoma-Spezies: Seitenansicht des Kopfes eines jungen Tieres.* (*1*) vordere, (*2*) hintere Laterallinien-Kanäle; (*3*) Körpermuskulatur; (*4*) Rückenmark; (*5*) Wirbelsäule; (*6*) Pharynx; (*7*) Kopfmuskulatur. (Nach Worthington)

Auf Querschnitten erscheint der Kanal als eine mehr oder weniger tiefe, enge Grube in der äußeren Epidermis-Lage, deren Boden durch die äußeren Enden einer Gruppe langer, schlanker Spindel-Zellen gebildet wird, die zusammen den fusiformen Körper darstellen. Diese Spindel-Zellen erstrecken sich längs des ganzen Kanalbodens und gehen stellenweise bis zur Basalmembran, stellenweise nur bis zur Hälfte ihrer Entfernung vom Grund des Kanals. Unterhalb des Zentrums dieses Zellstranges bildet auch die Basalmembran durch eine proximale Einsenkung eine Grube. Diese Grube oder grubenförmige Dermalfurche hört nicht zugleich mit dem oberflächlichen Kanal der Seitenlinie auf, sondern geht an dessen beiden Enden noch ein wenig weiter, bleibt auch an den Zwischenräumen bestehen, die zwischen den einzelnen oberflächlich voneinander getrennten Hautkanälen einer Gruppe liegen. Unter dem Zentrum des Hügels von Spindel-Zellen findet sich eine ausgesprochene Spaltungslinie, durch die er stellenweise in eine untere und eine obere Hälfte geteilt wird (Figur 327, c). An den Seiten der Dermalgrube finden sich zerstreut andere, gegen den Kanal geneigte, spindelförmige, aus einer Reihe keulenförmiger Körper gebildete Zellbündel, die manchmal zusammenhängende Hügel bilden, die aber kürzer sind, als der zentrale. Auch sie haben eine Trennungslinie unter ihrem Zentrum und sind manchmal durch einen sich direkt in den Kanal öffnenden Zweig mit ihm in Verbindung. Ähnliche keulenförmige Zellbündel finden sich auch außerhalb der Dermalgrube. Sie sind zahlreich im Gebiet des Lateralis anterior, viel weniger häufig in dem des Lateralis posterior. Nervenfasern ziehen in diese Bündel hinein, so daß sie zweifellos als Neuromasten angesprochen werden müssen. Außer ihnen finden sich auch einzelne stumpfkonische, nicht sehr zahlreiche Sinnes-Zellen im Gebiet der Dermalgruben und auch außerhalb dieser, die länger als die gewöhnlichen Epithelial-Zellen sind.

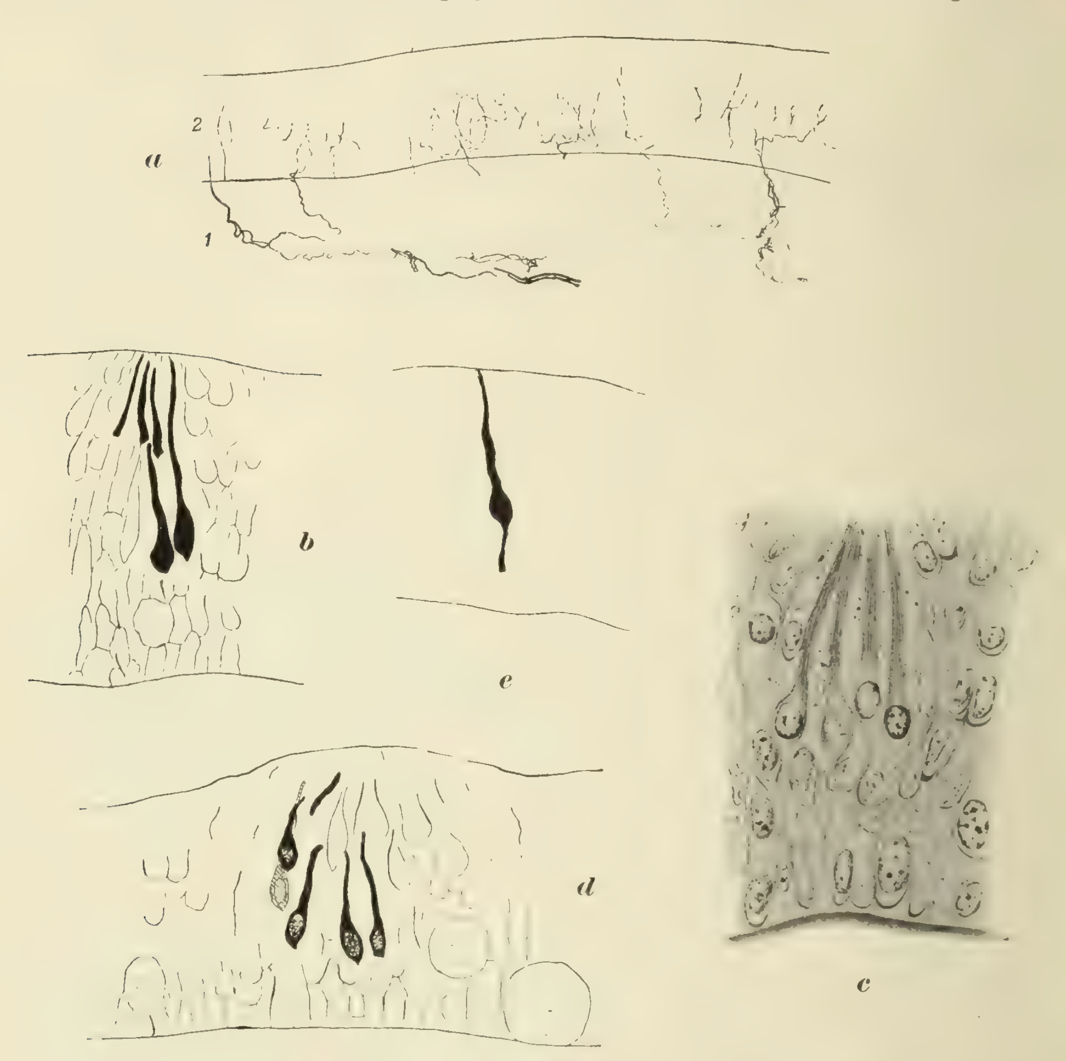
Die Organe der Seitenlinien zeigen also ein sehr primitives Verhalten: sie bleiben immer im Gebiet der Epidermis, erhalten niemals eine dermale Scheide oder Hülle und die Versorgung mit Sinnes-Organen steht gleichfalls auf einer sehr niederen Stufe.

Sinnes-Organe der Haut

In der Haut *der Myxiniden* finden sich zahlreiche Hautsinnes-Zellen verstreut. Besonders in den Fühlern (Tentakeln) des Kopfes verlaufen viele dicke Nervenstämme gegen die Fühlerspitze zu.

Von innen treten kleinere Faserbündel im Bogen, oft stark geschlängelt, durch das Corium nach der Basalgrenze der Epidermis und dringen zwischen die Zellen der tieferen Schichten ein. Dort lösen sie sich entweder gleich in dünne, kaum verfolgbare,

mit kleinen Varikositäten besetzte Ästchen auf, die die Epidermis-Zellen umspinnen und bis zur oberflächlichsten Zellschicht emporsteigen, oder sie verlaufen eine Strecke weit durch die basale Epidermis-Schicht entlang der Epithelgrenze und wenden sich dann erst zur Oberfläche. Außer diesen Nervenfasern sind auch spezifische Sinnes-Zellen festzustellen, die eine lange, keulenförmige Gestalt besitzen. Der angeschwollene Teil enthält den ovoiden Kern und liegt proximal, meist in den mittleren Zell-Lagen der



Figur 329. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Sinnes-Organe der Haut.* ***a*** *Längsschnitt durch einen Kopffühler;* ***b*** *Sinnes-Zellen aus der Epidermis eines Kopffühlers;* ***c*** *senkrechter Schnitt durch die Sinnesknospe* eines Nasenfühlers; ***d*** und ***e*** *Sinnes-Zellen* aus der Körperhaut. (*1*) Corium; (*2*) Epidermis. (***a***, ***b***, ***d***, ***e*** Chromsilber-Imprägnation, nach Schreiner)

Epidermis, ohne jemals in die Basalschicht hinabzugehen. An den kolbigen Teil schließt sich ein längerer, stielförmiger, der senkrecht oder leicht gebogen, manchmal ein wenig gewunden, zur Oberfläche des Epithels verläuft und dort zuweilen ein feines Stiftchen zeigt. — Die Zellen liegen in kegelförmigen Epithelknospen oder Epithelhügeln, die an Geschmacksknospen der Mundschleimhaut oder die Endknospen der Epidermis *mancher Teleostier* erinnern.

Die Knospen in den Tentakeln sind einigermaßen von denen in der übrigen Körperhaut verschieden. Ein Zusammenhang dieser Zellen mit Nervenfasern konnte nicht nachgewiesen werden. Wir haben es demnach hier mit sekundären Sinnes-Zellen zu tun.

An verschiedenen Stellen des Körpers finden sich auch isolierte Sinnes-Zellen.

Zum Unterschied von den Geschmacksknospen der Mundschleimhaut *der Wirbeltiere* oder den Hautsinnesorganen *wasserbewohnender Vertebraten*, die direkt auf dem unten liegenden Bindegewebe aufgelagert sind, reichen diese Sinnes-Organe niemals bis zur Basis der Epidermis hinab, sondern ruhen immer auf den unteren, aus indifferenten Zellen bestehenden Zell-Lagen der Oberhaut. Es ist das vielleicht ein Zeichen *einer niedrigeren Organisations-Stufe*.

Die isolierten Sinnes-Zellen zeigen gewisse Ähnlichkeiten mit denen, die von Langerhans bei *Petromyzon* Linnaeus zuerst beschrieben worden sind und nach ihm als Langerhanssche Zellen bezeichnet werden, die jedoch von Studnička (allerdings mit Vorbehalt) als primäre Sinnes-Zellen angesprochen werden.

Auch in der Haut *der Petromyzoniden* waren schon seit langem makroskopisch sichtbare Vertiefungen bekannt, die als Grübchen bezeichnet und als schleimabsondernde Organe angesehen wurden. Sie finden sich in überwiegender Anzahl in besonderer Anordnung (siehe allgemeine Morphologie: System der Seitenlinie) auf dem Kopfe, dann aber auch auf dem Körper der Tiere und sind Haut-Sinnesorgane.

An dieser Stelle ist die Haut der Tiere zu einer Grube eingebuchtet, was durch eine bedeutende Verringerung der Epidermisschicht zustande kommt. Zugleich wölbt sich die Kutis buckelartig vor und die Pigmentschicht an ihrer proximalen Basis lockert sich auf. Der Grund der Grube wird durch eine einfache Schicht langer, schmaler, zylindrischer Zellen mit kleinem, in ihrem Basalteil liegendem Kern ausgefüllt. Zu jeder dieser Sinnesgruben geht ein kleiner Nerv, der sich in der Kutis baumförmig in die in das Organ eindringenden Nervenfasern auflöst. Auch die Kutis unter diesen Sinnesknospen ist verändert.



Figur 330. CYCLOSTOMA. — *Lampetra wilderi* (Gage): *Schnitt durch eine Endknospe* (*Endknopf*) von der dorsolateralen Körperoberfläche, etwa im Gebiet des 2ten Spinalnerven. (*1*) Sinnes-Zelle; (*2*) Nerven-Fasern; (*3*) Dermis; (*4*) Epidermis. (Nach Johnston)

Die Neuromasten des *Petromyzoniden-Kopfes* unterscheiden sich von *denen des Rumpfes* durch das Vorhandensein eines bindegewebigen Hügels, dessen Hauptbestandteil ein zwischen den Bindegewebs-Lamellen alle Spalten ausfüllendes und die Bindegewebs-Zellen einschließendes chondroides Gewebe bildet.

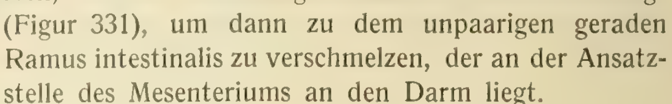
Das Epithel dieser Neuromasten wird aus Zwischen-Zellen und aus Sinnes-Zellen zusammengesetzt, von denen die ganz kurzen zwischen den äußeren Abschnitten der Zwischen-Zellen liegen, während die ganz langen bis zum Epithelboden herabreichen. In den Zwischen-Zellen verläuft ein Stützfaden. Zwischen den Zell-Enden liegen Schlußleisten. Das Epithel ist immer von einer aus körnchen- und bläschenartiger Sekretsubstanz bestehenden Schicht bedeckt.

Die einzelnen Bündel des Nervus lateralis verlaufen durch das chondroide Kissen des bindegewebigen Hügels und spalten sich unter dem Epithel in einzelne Nervenfasern. Ihre Endästchen dringen in das Epithel ein und endigen in der Form verschiedengestalteter Platten in verschiedener Höhe innerhalb des Sinnes-Epithels oder (in manchen Neuromasten) alle in gleicher Höhe.

Innervierung des Darmes

Das Darmnervensystem der *Myxiniden* zeigt eine kräftige Entwickelung des Nervus vagus, die der äußerst primitiven Entwickelung des sympathischen Nerven-Systems bei *diesen Tieren* entspricht. Beide in ihrem Gesamtverlauf an den verschiedensten Stellen Ganglien aufweisende Vagi erscheinen, nachdem sie in kurzem Verlauf den Musculus constrictor cardiae durchzogen haben, in

der dorsalen Darmfläche, wo sie einen Plexus bilden, der in der Höhe der dem obersten Darmteil angelagerten, von der Leber eingeschlossenen Gallenblase liegt



(Figur 331), um dann zu dem unpaarigen geraden Ramus intestinalis zu verschmelzen, der an der Ansatzstelle des Mesenteriums an den Darm liegt.

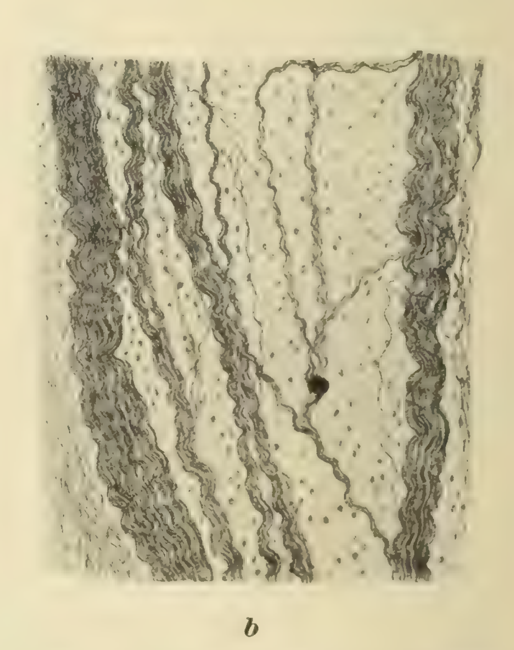
Der Plexus wird von feinen Nervenästchen gebildet, die von dem rechten und dem linken Vagus stammen. Die vom Hauptstamm des Ramus intestinalis abgehenden, den Plexus bildenden, zahlreichen Nebenäste sind teils Bündel vieler Fasern, teils einzelne, isoliert weiterziehende Nervenfasern. An verschiedenen Stellen des Plexus liegen einzeln oder in Häufchen viele birnförmige, unipolare Ganglien-Zellen, von deren zugespitztem Ende der Fortsatz in ein naheliegendes Faserbündel eintaucht. Am After fasert sich der Ramus intestinalis in Form eines wellenartig verlaufenden Flechtwerks auf, das aus Nervenfasern mit einzelnen Ganglien-Zellen besteht, und reichlichen Faseraustausch aufweist. Das Vorhandensein von Elementen des Sympathicus hat bei *den Myxiniden* bisher noch nicht einwandfrei nachgewiesen werden können.

(Über Innervierung der Muskeln siehe unter Muskulatur.)

Figur 331. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Vagusplexus.* (*1*) Musculus constrictor cardiae; (*2*) Vagus dexter; (*3*) Vena intestinalis; (*4*) Ramus intestinalis vagi; (*5*) dorsale Darmwand; (*6*) Vagus sinister. (Nach Brandt)



a



b

Figur 332. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Darmnerven-System.* ***a*** ein Ganglion innerhalb der Nebenäste des Ramus intestinalis; ***b*** Endaufsplitterung des Ramus intestinalis vagi dicht oberhalb des Afters. (Nach Brandt)

Auge der Myxiniden

Während die Augen *der Myxiniden* mehr oder weniger zurückgebildet erscheinen, sind die Augen *der Petromyzoniden* gut entwickelt und auch bei den *Larvenformen* (soweit bisherige Untersuchungen vorliegen), zwar als noch nicht ausgebildet, aber auch nicht als rudimentär zu bezeichnen. Die Augen *der Myxiniden* sind deutlich die primitiveren. Die Ansichten über die Augen *der Petromyzoniden* gehen sehr

DRITTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Tardigrada – Pentastomida – Myzostomida
Arthropoda: Allgemeines – Crustacea

1927. Quart. Mit 1172 Abbildungen. XVI, 1156 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 127.—, in Halbleder geb. Rm. 137.—

DRITTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Chelicerata – Pantopoda – Onychophora – Vermes Oligomera

1. Lieferung: Teil (3) Bogen 1–10 (S. 1–160). 1931. Subskriptionspreis Rm. 20.—
2. Lieferung: Teil (8) Bogen 1– 2 (S. 1– 32). 1932.
Teil (9) Bogen 1– 3 (S. 1– 48). 1932. Subskriptionspreis Rm. 10.—
3. Lieferung: Teil (1) Bogen 1– 2 (S. 1– 32). 1932.
Teil (4) Bogen 1– 4 (S. 1– 64). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Teil (2) Bogen 1– 6 (S. 1– 96). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
5. Lieferung: Teil (2) Bogen 7–12 (S. 97–192). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
6. Lieferung: Teil (4) Bogen 5– 9 (S. 65–138) und
Teil (5) (S. 1– 6). 1933. Subskriptionspreis Rm. 10.—
7. Lieferung: Teil (2) Bogen 13–18 (S. 193–288). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—

VIERTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Progoneata – Chilopoda – Insecta 1

1930. Quart. Mit 945 Figuren. XVI, 892 Seiten.
Geheftet Rm. 96.—, in Halbleder gebunden Rm. 105.—

FÜNFTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Solenogastres – Mollusca – Echinoderma

1. Lieferung: Bogen 1— 6 (S. 1— 96). 1925. Subskriptionspreis Rm. 10.—
2. Lieferung: Bogen 7—11 (S. 97—176). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.40
3. Lieferung: Bogen 12—16 (S. 177—256). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.—

FÜNFTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Tunicata

1. Lieferung: Bogen 1— 6 (S. 1— 96). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 7—12 (S. 97—192). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) – Cyclostoma – Ichthya

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1929. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 8—13 (S. 113—208). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 14—21 (S. 209—336). 1933. Subskriptionspreis Rm. 16.—

SECHSTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Amphibia

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1930. Subskriptionspreis Rm. 15.—
2. Lieferung: Bogen 8—13 (S. 113—208). 1931. Subskriptionspreis Rm. 13.—

SIEBENTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Sauropsida: Allgemeines – Reptilia

1. Lieferung: Teil (2) Bogen 1— 8 (S. 1—128). 1931. Subskription Rm. 16.—
2. Lieferung: Teil (2) Bogen 9—14 (S. 129—224). 1932. Subskription Rm. 12.—

SIEBENTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Sauropsida: Aves

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1927. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 8—14 (S. 113—224). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 15—21 (S. 225—336). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Bogen 22—27 (S. 337—432). 1928. Subskriptionspreis Rm. 10.—
5. Lieferung: Bogen 28—34 (S. 433—544). 1929. Subskriptionspreis Rm. 12.—
6. Lieferung: Bogen 35—41 (S. 545—656). 1931. Subskriptionspreis Rm. 14.—
7. Lieferung: Bogen 42—48 (S. 657—768). 1933. Subskriptionspreis Rm. 14.—

HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

DR. WILLY KÜKENTHAL
GEHEIMEM REGIERUNGSRAT
WEILAND O. Ö. PROF. AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UNTER MITARBEIT
ZAHLREICHER FACHGELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THILO KRUMBACH

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) — Cyclostoma Ichthya

Bearbeitet von

Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien

VIERTE LIEFERUNG
(Bogen 22 bis 28)

Ausgegeben am 22. März 1934



BERLIN UND LEIPZIG 1934

WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

Bisher sind erschienen:

ERSTER BAND

Protozoa · Porifera · Coelenterata · Mesozoa

1925. Quart. Mit 868 Figuren. XIV, 1060 Seiten.
Geheftet Rm. 65.—, in Halbleder gebunden Rm. 75.—

ZWEITER BAND · ERSTE HÄLFTE

Vermes Amera:

Plathelminthes: Turbellaria · Trematoda · Cestoidea · Nemertini.
Nemathelminthes: Rotatoria · Gastrotricha · Kinorhyncha · Nematodes · Nematomorpha · Acanthocephala
Kamptozoa (Bryozoa entoprocta).

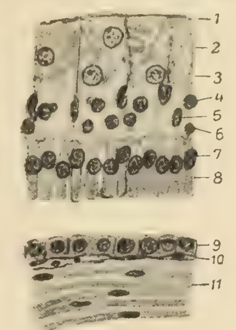
1928—1933. Quart. Mit 1417 Figuren. XIII, 1392 Seiten.
Geheftet Rm. 159.—, in Halbleder gebunden Rm. 169.—

Die Erste Hälfte wird gebildet von den Lieferungen 1, 9, 16, 3, 7, 11, 4, 5, 6 (Teil 4), 8, 10 und 6 (Teil 5). Sie enthält die folgenden Beiträge in der hier angegebenen Reihenfolge:

Einleitende Worte über den Plan unserer Darstellung der Würmer, mit Literatur-Verzeichnis — erschienen als Teil (1) Seite 1 bis 18 (in Lieferung 1).
Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Amera — erschienen als Teil (1) Seite 19 bis 33 (in Lieferung 1).
Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Plathelminthes — erschienen als Teil (1) Seite 34 bis 51 (in Lieferung 1).
Turbellaria — erschienen als Teil (1) Seite 52 bis 112 (in Lieferung 1), Teil (1) Seite 113 bis 192 (in Lieferung 9) und als Teil (1) Seite 193 bis 320 (in Lieferung 16).
Trematoda — erschienen als Teil (2) Seite 1 bis 128 (in Lieferung 3) und Seite 129 bis 140 (in Lieferung 7).
Cestoidea — erschienen als Teil (2) Seite 141 bis 256 (in Lieferung 7) und Seite 257 bis 416 (in Lieferung 11).
Nemertini — erschienen als Teil (3) Seite 1 bis 110 (in Lieferung 4).
Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Nemathelminthes — erschienen als Teil (4) Seite 1 bis 7 (in Lieferung 4).
Rotatoria — erschienen als Teil (4) Seite 8 bis 18 (in Lieferung 4) und Seite 19 bis 120 (in Lieferung 5).
Gastrotricha — erschienen als Teil (4) Seite 121 bis 146 (in Lieferung 5) und Seite 147 bis 186 (in Lieferung 6).
Kinorhyncha — erschienen als Teil (4) Seite 187 bis 242 (in Lieferung 6) und Seite 243 bis 248 (in Lieferung 8).
Nematodes — erschienen als Teil (4) Seite 249 bis 402 (in Lieferung 8).
Nematomorpha — erschienen als Teil (4) Seite 403 bis 448 (in Lieferung 10).
Acanthocephala — erschienen als Teil (4) Seite 449 bis 482 (in Lieferung 10).
Kamptozoa (Bryozoa entoprocta) — erschienen als Teil (5) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 6).

auseinander. Die einen fassen sie als sehr primitive, andere wieder als hoch entwickelte Organe auf. Auch die Meinungen über ihren Bau im einzelnen schwanken noch beträchtlich. Es seien hier für das Auge des *erwachsenen Tieres* die Ausführungen Dückers als Grundlage der folgenden Beschreibungen der Hauptsache nach wiedergegeben mit den entsprechenden Zufügungen, oder auch mit gegensätzlichen Ansichten anderer Forscher.

Was zunächst die bisher untersuchten Augen *der Myxiniden* betrifft, so erscheint das Auge von *Bdellostoma stouti* Lockington (*dombeyi* Lacépède), das am wenigsten zurückgebildete oder durch Anpassung doch an die parasitische Lebensweise am wenigsten rudimentär gewordene zu sein. Äußerlich nicht erkennbar, liegt es, nicht von einer echten Orbita umgeben, hoch oben auf dem Kopf unter der Haut, die vor ihm statt der sonstigen blauschwarzen Färbung eine unregelmäßig ovale unpigmentierte Stelle aufweist, so daß das Auge nur teilweise von der lichtdurchlässigen Hautschicht bedeckt ist. Es ist am unteren Vorderrand einer etwa linsenförmigen, von einer festen Bindegewebsscheide umgebenen lockeren, von Fett erfüllten Bindegewebsmasse gelagert, die in einer entsprechenden Lücke der Kopfmuskulatur liegt, durch Bindegewebsfaszien, darunter eine temporal gelegene, mit der Kutis der Haut verwachsene, befestigt wird und von der 2 Sehnen nasal und temporal schräg nach unten-vorn ziehen, die aber mit dem Auge nichts weiter zu tun haben.



Figur 333. Cyclostoma. — *Bdellostoma polytrema* Girard: *Querschnitt der Retina.* (*1*) innere Grenz-Membran; (*2*) innere Netzfaser-Schicht; (*3*) Ganglion-opticum-Zellen; (*4*) Müllersche Stütz-Faser; (*5*) innere Körner-Schicht; (*6*) äußere Netzfaser-Schicht; (*7*) äußere Körner-Schicht; (*8*) Seh-Zellen; (*9*) Deck-Epithel; (*10*) Choriokapillaris; (*11*) Sklera. (Nach Dücker) Die Hinweisstriche in Figur 333 kennzeichnen bloß die betreffende Schicht des Gewebes, nicht die genannten Gewebe-Elemente.

Die Sehachse ist schräg nach vorn und unten gerichtet und trifft die helle Hautpartie etwa in der Mitte ihres unteren Teiles. Der im Verhältnis zur Größe des Kopfes winzige, kugelige Bulbus ist von Bindegewebe umgeben, das, sich scharf gegen das obenerwähnte »orbitale« Fettgewebe abhebend, als Sklera und Chorioidea differenziert ist. Augen-Muskeln fehlen, sind auch wohl embryonal nicht angelegt. Die Sklera umhüllt als derbe Kapsel das Auge allseitig, ohne eine merkliche Cornea zu bilden, an deren Stelle vor dem Augenbecher-Rand eine leichte Lockerung ihrer Faserstränge festzustellen ist. Vor dem Auge steht sie in Zusammenhang mit der Bindegewebskapsel des Fettkörpers. Die von der Sklera ziemlich deutlich abgesetzte, so wie diese pigmentlose Chorioidea ist sehr zart, größtenteils nur kapillar ausgebildet; in der Höhe des Umschlagsrandes des Augenbechers hört sie, ohne sich auf den äußeren Umfang des Bulbus fortzusetzen, auf.

Der Augenbecher, der den Zustand der sekundären Augenblase zeigt, hat die Form eines vorn weit offenen Bechers, der zwischen dem Innenblatte der Retina und dem Außenblatte (Deckepithel) einen ziemlich weiten Zwischenraum besitzt. Im Gegensatz zu Allen, der übrigens *eine starke Variabilität der Augen von Bdellostoma* Johannes Müller feststellt, die sogar so groß sein kann, daß die beiden Augen *eines und desselben Tieres* in Größe und Ausbildung voneinander abweichen, konnte Dücker keine Spur einer fötalen Augenspalte feststellen. Der Chorioidea liegt das sehr gleichförmige, 1-schichtige, aus kubischen Zellen mit rundlichen Kernen ohne Pigment und Fortsätze gegen die Retina bestehende Deckepithel an.

Die ebenfalls ziemlich gleichmäßig dünne Retina besteht nur aus wenigen Schichten.

Von außen nach innen sind es folgende: (1) Die ungefähr walzenförmigen Seh-Zellen. Sie haben kein Außenglied, das Innenglied hat ein stumpf abgerundetes, etwas verbreitertes Ende und geht ohne Stiel in den manchmal leicht angeschwollenen Kernteil über. (2) Die äußere Körner- und Netzfaser-Schicht. Sie enthält meist kugelige, nur ganz schwach elliptisch gestaltete, typische Strukturen des Sehzell-Kernes, die sich in ein Fußstück fortsetzen. Dieses verästelt sich in der äußeren, nur schwach angedeuteten Netzfaserschicht. (3) Die nur schwach entwickelte Körnerschicht besteht aus 2 bis 3 Reihen von Kernen, darunter sind Müllersche Stützfasern, die etwa in der Höhe der äußeren Körner beginnen, in ziemlich radiärem Verlauf die Retina durchsetzen und mit einer Endplatte in der Limitans interna endigen. Außer diesen Kernen enthält die innere Körnerschicht noch runde von verschiedener Größe mit schlecht wahrnehmbarem Zellleib. Die größeren haben weniger dichte Struktur. (4) Die innere Netzfaserschicht mit Nervenfasern und Ganglion-opticum-Zellen. Die Nervenfasern ziehen einzeln zur Eintrittsstelle des Seh-Nerven, um sich erst dort zu vereinigen, die Ganglien-Zellen liegen in dem lockeren Faserwerk von Dendriten, Stützfasern, Gliafasern und anderen Elementen, die diese Schicht bilden, unregelmäßig verteilt und besitzen große Zellen mit großem Kern, der Nucleolus und Chromatinkörner deutlich erkennen läßt. (5) Gegen das Innere des Auges wird die Retina durch eine deutliche, aus dicht aneinanderliegenden Fasern und den Endplatten der radialen Fasern bestehende innere Grenzmembran (Membrana limitans interna) begrenzt.

Der ganze Hohlraum des Augenbechers wird von dem stark entwickelten Glaskörper ausgefüllt, der weit über den Rand des Augenbechers nach außen vorgewölbt ist und kein Bindegewebe, keine Blutgefäße oder mesodermalen Elemente aufweist. Eine ektodermale Bildung, die im vorderen, vorgewölbten Teil des Glaskörpers öfter eine dichtere Beschaffenheit des Glaskörpergerinnsels beobachten läßt, die vielleicht die optische Funktion der samt allen Hilfs-Apparaten fehlenden Linse erfüllt, die embryonale Anlage einer später sich zurückbildenden Linsen-Entwickelung, die von Stockard behauptet wurde, wird von anderen Autoren bestritten.

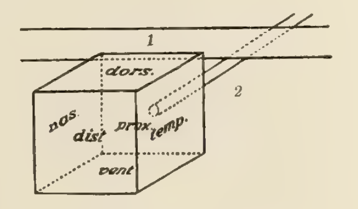
Der Umschlagsrand des Augenbechers bietet verschiedene Variationen. Im einfachsten Falle geht er bogenförmig in die Retina über. Bei *anderen Exemplaren* beschreibt die Umschlagsstelle einen weiten Bogen, der eine innen erweiterte Falte des Spaltraums der primären Augenblase umschließt und dessen Zellen und Kerne vielfach plötzliche Übergänge aufweisen. Ein 3tes Verhalten zeigt eine scharfe Kante der Umbiegung, wobei sich das Kerngebiet des Deck-Epithels mit verlängerten Zellen und elliptischen Kernen weit auf das Innenblatt der Retina erstreckt. Dieser Fall wird von Dücker und Allen als Anlage einer Iris gedeutet.

Die einzelnen, von den Ganglien-Zellen zur Austrittsstelle ziehenden Nervenfasern schließen sich dort zum Sehnerven zusammen und bilden an der Durchbrechungs-Stelle des Deckepithels und der Chorioidea ein Chiasma, an dem die äußeren Fasern aber nicht teilnehmen. Der ganze Sehnerv ist stark von Glia-Elementen durchsetzt, die sich auch noch bis in die Retina hinein forterstrecken. Die innere Netzfaserschicht zieht zum größten Teil über die Eintrittsstelle des Sehnerven hinweg, ohne eine Papilla optica zu bilden. Der Durchbruch durch die hier lockere und mit großen Gefäßen durchsetzte Chorioidea erfolgt ohne Einschnürung des Nerven, der von der aus einer deutlichen Membran mit anliegenden flachen Kernen bestehenden Chorioidea als Pia mater, von der etwas dünner werdenden, sonst aber unveränderten Sklera als Dura mater umgeben wird. Im ganzen Nerven sind Glia-Zellen ziemlich gleichmäßig verteilt. Im Zentrum des Nerven überwiegen die Elemente der Glia, die auf ursprüngliche Ependym-Zellen zurückzuführen sein dürften, und bilden so eine Art das Lumen der Röhre aus-

füllenden Glia-Stranges. Die zugleich mit dem Sehnerven austretende Arteria ophthalmica verläuft in einiger Entfernung von dem Nerven, von festem Bindegewebe scheidenartig umhüllt, quer durch den Fettkörper.

Die Möglichkeit einer optischen Funktion dieses Auges ist (nach Dücker) nicht erwiesen, aber durchaus nicht ausgeschlossen. Nach Beobachtungen, die besonders Cole gemacht hat, besteht sie tatsächlich (siehe Biologie, Physiologie) auch bei *Myxine* Linnaeus.

Viel stärker zurückgebildet erscheint das Auge von *Myxine* (*Myxine glutinosa* Linnaeus), das von außen überhaupt nicht sichtbar ist, da auch die durch subkutanes Bindegewebe und starke Muskelzüge von ihm getrennte Haut über ihm keinerlei Differenzierung aufweist. Es liegt oberhalb der Gaumenspange, dem Ramus cutaneus des Trigeminus von oben und außen her angelagert in Höhe der Schädelbasis zwischen Vorderrand der Schädelkapsel und Hinterrand der großen Nasenkapsel. Die zur Schnauze ziehenden Muskeln, Anzieher der Nase und Tentakeln, Musculus tentacularis posterior, Musculus palato-ethmoidalis, superficialis und Musculus hyocopulo-palatinus, bedecken es von außen und oben. Der von lockerem, keinerlei Schichtung aufweisendem Bindegewebe umgebene, als weißliches, pigmentloses, ziemlich festes, elliptisches Körnchen von diesem sich abhebende Bulbus besitzt die Gestalt eines Ellipsoides, dessen längere Achse der Richtung der Körperachse parallel liegt. Durch die sich früher entwickelnden benachbarten Muskeln nach vorn und oben gedrängt, tritt der Sehnerv, sich um den Trigeminus herum und oben auf ihn legend, nicht proximal, sondern temporal in den Bulbus ein, der gleichfalls eine zweifache Drehung mitmacht: eine Vierteldrehung um die Sehachse aufwärts und eine Vierteldrehung, die seine quergestellte Achse in die Körperlängsrichtung bringt.



Figur 334. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schema der Lageveränderung des Auges.* (*1*) Trigeminus; (*2*) Nervus opticus. (Nach Dücker)

Der Augapfel wird rings gleichmäßig von einer pigmentlosen, aus mehreren Faserschichten mit kleinen, ihnen anliegenden spindelförmigen Kernen bestehenden Sklera umgeben, die sich in die durale Scheide des Sehnerven fortsetzt. Entgegen der Ansicht älterer Autoren, die von einer gemeinsamen Sklero-Chorioidea sprechen, stellt Dücker eine sehr dünne, mit den radialen Fasern der Retina nicht zusammenhängende, winzige Gefäße enthaltende Chorioidea oder eigentlich Choriokapillaris fest. Linse, Glaskörper, Iris und Ziliarkörper fehlen. Das ganze Innere des Auges, mit Ausnahme eines Pupillar- oder Augenspalten-Pfropfes, wird lediglich vom Augenbecher eingenommen.

Das Deck-Epithel liegt der Choriokapillaris dicht an. Am distalen (ventralen) Umfang des Bulbus geht es allmählich in die nur undeutlich geschichtete eigentliche Retina über, die fast das ganze Augen-Innere erfüllt und von ihm (dem Deck-Epithel) durch einen Spaltraum, den Rest der primären Augenblase, getrennt erscheint. Die kurzen, walzenförmigen Seh-Zellen bilden eine gleichmäßige, zu einem Epithel geordnete Schicht. Sie gehen ohne Stielbildung in den Kernteil über und enden nach innen mit einem kurzen Fußteil. Sie sind noch völlig undifferenziert, eine Trennung in Stäbchen und Zapfen ist also noch nicht eingetreten. Ohne Bildung einer äußeren Netzfaserschicht folgt auf die Seh-Zellen eine innere Körnerschicht mit zugespitzten Kernen der Müllerschen Stützfasern.

Die folgende eigentliche innere Körnerschicht besteht aus mehreren Lagen runder Kerne von 3 verschiedenen Größen. Die häufigsten sind die kleinsten mit ziemlich dichter Anordnung der Chromatinbestandteile, die als N-Bipolare oder (von anderen) als Spongioblasten gedeutet werden. Weiterhin enthält sie mittelgroße, mit weniger dichter Struktur und schließlich große, typische Ganglien-Zellen.

Die starke innere Netzfaserschicht besteht aus einem wirren Geflecht von Fasern der Stütz-Zellen der Sehnerven und von Nervenverzweigungen. In ihr liegen in geringer Zahl (etwa 150 bis 180) regellos die typischen Ganglion-opticum-Zellen, die manchmal Achsenfortsätze erkennen lassen. Die Nervenfasern ziehen auf kürzestem Wege zum temporalen (proximalen) Pol des Auges, wo sie sich zum Sehnerven vereinigen, der (nach den Untersuchungen Kohls) unmittelbar hinter dem Augapfel ein teilweises Chiasma nervi optici bildet. Von Chorioidea und Sklera als Pia und als Dura mater umkleidet, zieht der im Durchschnitt ovale Nerv, der von Längsfibrillen und dazwischen eingesprengten, wohl aus ehemaligen Ependym-Zellen des Augenblasenstiels bestehenden Glia-Zellen mit elliptischen Kernen erfüllt ist, zunächst (nach W. Müller und Retzius) auf eine kurze Strecke über dem Ramus cutaneus superior posterior trigemini, diesem von oben aufliegend, um dann, nach außen und unten umbiegend, auf die laterale Seite des Ramus ophthalmicus trigemini zu treten, hierauf unter dem Ganglion trigemini nach innen und hinten zur vorderen Hirnbasis zu gehen und dort zwischen Infundibulum und Trigonum cinereum in das Gehirn zu treten. Das Chiasma nervorum opticorum liegt innerhalb des Gehirns. Zuvor hat sich der Nerv schon in einzelne Faserbündel zerlegt. Die Nervenscheiden gehen in die Pia mater (Leptomeninx) des Gehirnes über.

Die Einstülpung der Augenspalte erfolgt (nach Ansicht mehrerer Autoren) hauptsächlich an der ventralen (zur lateralen gewordenen) Seite des Auges. Sie ist dorsalwärts und auf den Sehnerven zu (proximalwärts) gerichtet. Die Augenspalte bleibt zeitlebens offen, beginnt etwa in der Mitte der distalen (ventralen) Augenpartie mit einer pupillenartigen Erweiterung und läuft als immer schmäler werdende Spalte temporalwärts (proximalwärts), ohne den Sehnerven zu erreichen. Sie erstreckt sich anfänglich sehr tief ins Auge hinein, fast bis zum Zentrum und bis zur sagittalen Längsachse und ist schräg nach oben gerichtet. Nach innen erweitert sie sich zu einer »pilzförmigen« Höhle, in der sich mit der Chorioidea zusammenhängendes Bindegewebe findet. Die Sklera zieht unverändert über diese Stelle weg. Von der Chorioidea geht auch eine zartwandige Gefäßschlinge mit deutlichen, kleinen, länglichen Kernen in den Gewebepfropf hinein. Der Bindegewebskeil schließt sehr scharf an der Retina ab. Dagegen ziehen von überall her Müllersche Radialfasern nach dieser Stelle; es kommt daher (nach Ansicht Dückers entgegen der von Kohl) keinerlei mesodermales Bindegewebe im Innern des Auges vor.

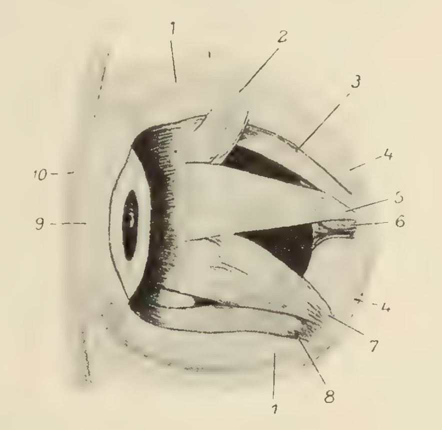
Der Bindegewebskeil besteht aus mehreren, ziemlich breiten, glasigen Faserschichten, wahrscheinlich kollagener Natur. Er stellt aber nicht, wie früher angenommen, eine Anlage des Glaskörpers vor, sondern besitzt große Ähnlichkeit mit den Befunden an degenerierten Augen mancher Amphibien (*Typhlomolge* Stejneger, *Typhlotriton* Stejneger).

Der Übergang von Deck-Epithel in die Retina, der in dieser Pupillar-Region, als Umschlagsrand des Augenbechers bezeichnet, vor sich geht, erfolgt gewöhnlich glatt, ohne Faltenbildung und allmählich, indem das erstere Epithel zur Mehrschichtigkeit übergeht, die äußere Kern-Anlage sich direkt in die Schicht der Seh-Zellen fortsetzt, die innere in die innere Körnerschicht. Manchmal treten jedoch auch Faltenbildungen während dieses Umschlages auf, und in einem Falle konnte (von Dücker) eine ganz besonders starke, tiefe Faltenbildung, die sogar einige Teile in Form von Bläschen abschnürte, beobachtet werden. In diesem Falle fanden sich statt der typischen kubischen Deck-Zellen lange, kolben- oder keulenförmige Zellen, die insbesondere bei den eben erwähnten Bläschen starke Ähnlichkeit mit den »Lentoiden« *der Amphibien* aufweisen, Neubildungen der Linse, die nach Exstirpation der wirklichen Linse vom Gewebe der Iris aus zunächst in Form eines sich abschnürenden Bläschens erfolgen.

Das Auge *der Petromyzoniden* ist bedeutend höher entwickelt. Es liegt seitlich etwas über der Mitte zwischen Mund und erster Kiemenspalte, von außen deutlich sichtbar, ist jedoch auch von äußerer Haut überdeckt, die glatt, ohne Lidbildung, darüber wegzieht und hat eine glänzende Iris.

Die äußere Haut oder Deckhaut, die hier dem Cornea-Epithel der Wirbeltiere entspricht, bildet über dem Auge eine Art von kreisrunder pigmentloser »Brille«, die nicht durch Vorwölbung, sondern durch das Auftreten eines zwischen äußerer Haut und Hornhaut des Augapfels (im engeren Sinne) liegenden Zwischenraumes, des Subkonjunktivalsackes entsteht.

Diese »Brille« (Harms, Dücker, Franz) ist (nach Ansicht Keibels) morphologisch nicht mit der Brille *der Schlangen* gleichzustellen, sondern bildet höchstens eine physiologische Konvergenzerscheinung. Der Subkonjunktivalsack (nach Dücker) existiert nach Keibel nicht, sondern ist nur ein Kunstprodukt.



Figur 335. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Auge links von unten* in situ. (*1*) Orbita; (*2*) Musculus obliquus superior; (*3*) Musculus rectus lateralis; (*4*) Knorpel; (*5*) Musculus rectus inferior; (*6*) Musculus rectus superior; (*7*) Musculus obliquus inferior; (*8*) Musculus rectus medialis (interior); (*9*) Subkonjunktivalsack; (*10*) Augendeckhaut. Oben ist hinten, unten ist vorn. (Nach Dücker)

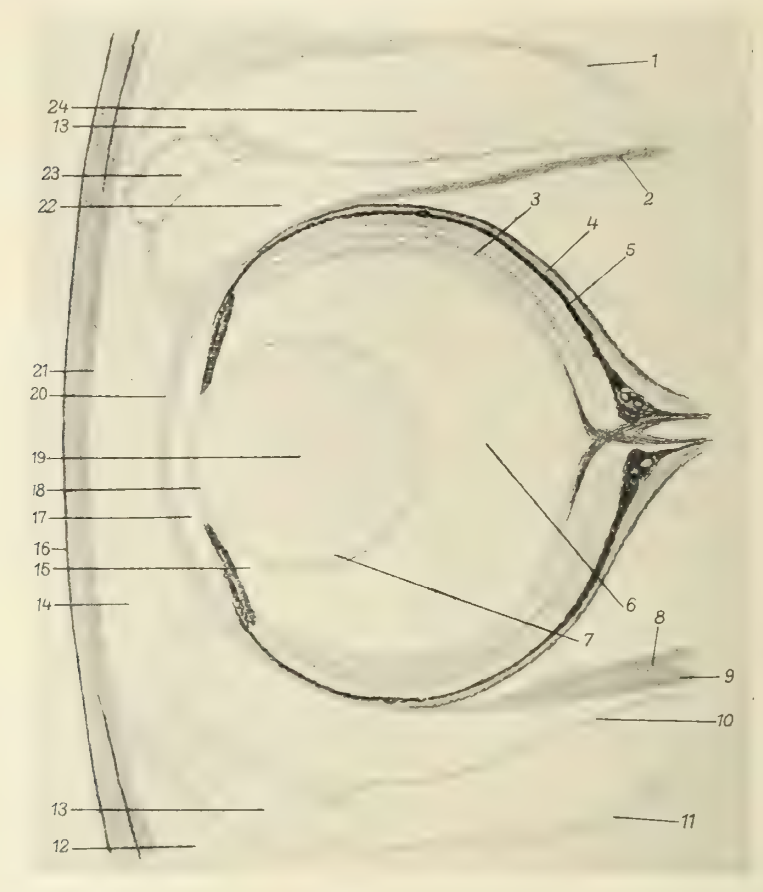
Die äußere Haut besteht (nach Dücker) nur aus Epidermis und Cutis; subkutanes Bindegewebe ist im Bereich der »Brille« nur bei *Larven* an Stelle des später auftretenden Subkonjunktivalsackes reichlich ausgebildet, verschwindet aber während der Metamorphose zugleich mit dem Auftreten dieses Sackes vollständig. Die Deckhaut zeigt gegenüber der umgebenden Epidermis eine Verringerung der Zellschichten, die auch in ihrem Bereich selber vom Rand gegen die Mitte zu abnehmen — bei *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus) von 8 am Rand bis zu 4 in der Mitte, dazwischen durchschnittlich 5 bis 6, während die Epidermis um das Auge 8 bis 12 besitzt.

Von außen nach innen besteht die Epidermis im Bereich des Auges (der »Brille« nach Dücker) aus folgenden Schichten: die äußerste Schicht bildet ein deutlicher Kutikularsaum, der aus einem sehr dünnen Außenplättchen und einer dichteren Innenschicht mit senkrechter Streifung besteht, die aus einzelnen senkrechten zylindrischen Blättchen zusammengekittet erscheint. Der Kutikularsaum bildet sich vor Abstoßung der obersten Zellschicht in der darunterliegenden. Auf diesen Kutikularsaum folgt nun die eigentliche Epidermis, deren oberste Zellschichten im Flächenschnitt rundlich polyedrisch, senkrecht darauf nahezu knopf- bis krugförmig sind, während die weiter einwärts gelegenen mehr spindelförmige Gestalt haben. Äußerst selten findet sich zwischen ihnen eine Art von Körnchen-Zellen von birnförmiger Gestalt mit körnigem Inhalt und degeneriert erscheinendem Kern, die sich becherförmig nach außen öffnen.

Basalwärts schließt sich an diese Schicht die Matrix an, die aus einer Lage dichtgedrängter Zellen besteht. Sie ist gegen die Kutis durch eine kernlose Basalmembran getrennt. Die einzelnen Zellen der Epidermis scheinen durch Plasmodesmen verbunden zu sein.

Die darunter folgende Kutis besteht bei *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus) aus etwa 14 bis 18 abwechselnd längs und quer verlaufenden und durch einige Faserbrücken verbundenen Schichten, denen spindelförmige Kerne angelagert sind. An der Grenze gegen die Epidermis finden sich auch sehr vereinzelt Lederhautpapillen, die jedoch die Basalmembran nicht durchbrechen. Die »Brille« enthält keinerlei Pigment-Zellen. Ein zartes,

kernhaltiges Endothel schließt die Kutis gegen den Subkonjunktivalsack ab. Dieser bedeckt (nach der Darstellung Dückers) die Vorderfläche des Auges, gegen das er durch die Hornhaut begrenzt wird, während er seitlich kreisförmig, ohne Endothel, nur durch Bindegewebsfaszien an die später zu besprechenden Bluträume anschließt. Er ist im Inneren durch eine Flüssigkeit gefüllt, in der sich oft noch als Rest des larvalen subkutanen Bindegewebes ein Bindegewebe mit stark degenerierten Kernen an den Seitenwänden findet.

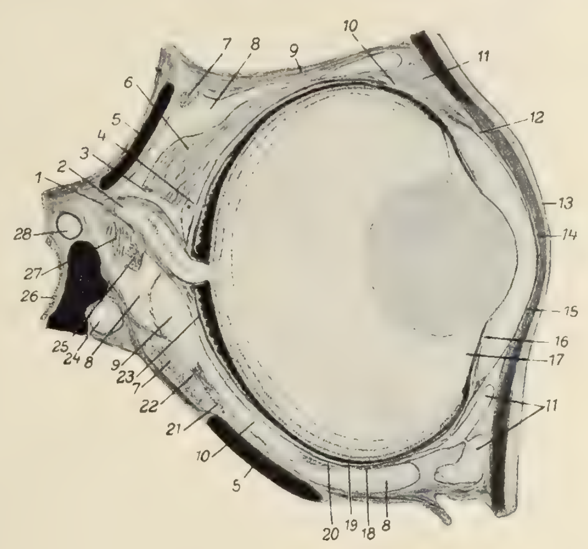


Figur 336. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch das Auge.* (*1*) Orbital-Kapsel; (*2*) Musculus rectus superior; (*3*) Retina; (*4*) Sklera; (*5*) Chorioidea; (*6*) Glaskörper; (*7*) Kernzone; (*8*) Musculus obliquus inferior; (*9*) Musculus rectus inferior; (*10*) Bindegewebsfasern; (*11*) Orbita; (*12*) Bindegewebe; (*13*) 4ter Blutsinus; (*14*) Subkonjunktivalsack; (*15*) hintere Augenkammer; (*16*) Kutikula; (*17*) vordere Augenkammer; (*18*) Linsenspalt; (*19*) Linse; (*20*) Cornea; (*21*) Epithel; (*22*) 2ter, (*23*) 3ter, (*24*) 1ter Blutsinus. (Nach Dücker)

Der samtschwarze Augapfel hat die Gestalt einer in der Richtung der Sehachse etwas abgeplatteten Kugel. Diese Abplattung entsteht durch die geringe Vorwölbung des Iris-Feldes und die flachere Wölbung der glashellen Hornhaut im Vergleich mit dem Augapfel selbst. Die stark pigmentierte Sklera, die gegen die Chorioidea sowie gegen das angrenzende Bindegewebe scharf abgesetzt ist, besteht aus mehreren Lagen festen Bindegewebes ohne Knorpeleinlagerung, dessen Faserzügen spindelförmige Kerne anliegen. Einzelne Pigment-Zellen finden sich auch in den inneren Lagen der Sklera. Am inneren Rande des Bulbus, wo sie von der Innenwand des ersten Blutraumes begleitet wird, geht sie in die Duralscheide des Sehnerven über; nach vorn zu, nach Aufnahme der sehnigen End-

fasern der Muskeln und Bildung eines Anschlusses an die Bindegewebsfaszie des ersten Blutraumes durch einige Faserstränge, allmählich in die Hornhaut, derart, daß die Faserschichten feiner und gewellter werden, die Pigmentierung der Grenzschicht aufhört und die Wölbung flacher, uhrglasförmig wird. In der Faserschicht der Cornea, einer rein mesodermalen Bildung, finden sich nur wenige spindelförmige Kerne. Die äußere und innere Seite der Cornea ist von einem flachen, 1-schichtigen Endothel mit kleinen, abgeflachten Kernen bekleidet. Das Äußere steht mit der Außenschicht der Sklera in Verbindung, während das Innere nach Überkleidung des Ligamentum pectinatum an das Iris-Epithel und damit an die Chorioidea anschließt.

Das Ligamentum pectinatum (Ligamentum annulatum) umgibt als breiter, mit der Pupille konzentrischer Ring die Iris. Es ist im Auge von außen als ein heller Ring kenntlich, der sich deutlich von der goldglänzenden Iris abhebt. Im Querschnitt zeigt es ein gegen die Iris zu stumpfwinkliges Dreieck, das sich an die Hornhaut anlegt. Es besteht aus blasigen, von hellem Plasma dicht gefüllten Zellen mit großen rundlichen Zellkernen. Stellenweise finden sich auch flach gedrückte Kerne neben großen Vakuolen. Gegen die spitzen Winkel des Dreiecks werden diese Zellen kleiner und flacher.



Figur 337. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *meridionaler senkrechter Augen-Querschnitt*, injiziert. (*1*) Hüllen des Seh-Nerven; (*2*) Seh-Nerv; (*3*) oberer Ast des Nervus oculomotorius; (*4*) supraskleraler Sinus; (*5*) Schädel-Knorpel; (*6*) Musculus rectus superior; (*7*) Äste des Nervus V; (*8*) supramuskulärer Sinus; (*9*) orbitale Wand; (*10*) submuskulärer Sinus; (*11*) perikornealer Ringsinus; (*12*) kamerales Kissen; (*13*) äußeres Epithel der Hornhaut; (*14*) Hornhaut, dichte Schicht; (*15*) Descemetsche Membran; (*16*) Iris; (*17*) Ligamentum Zinni; (*18*) Sklera; (*19*) Chorioidea; (*20*) Musculus obliquus inferior; (*21*) unterer Ast des Nervus oculomotorius; (*22*) Musculus obliquus anterior; (*23*) subskleraler Sinus; (*24*) Vena facialis; (*25*) Nervus oculomotorius; (*26*) Nasen-Gaumengang; (*27*) Musculus rectus inferior; (*28*) Arteria carotis dorsalis. (Nach Tretjakoff)

Von der Sklera deutlich getrennt ist die gegen den Äquator hin dünnere, im hinteren Teil des Augapfels und besonders an der Eintrittsstelle des Sehnerven stärker werdende, stark mit dunkelbraunem Pigment gefüllte Chorioidea, die sich gegen das Deck-Epithel zu in ein Geflecht zarter Gefäße auflöst und dort die Choriokapillaris bildet, die (von Kohl) als Zwischenmembran angesehen wird. Die Chorioidea setzt sich einerseits in die Iris, andererseits in die innere Nervenscheide fort.

Die Iris ist kreisrund, hat eine ebenfalls kreisrunde, etwa gleich breite Pupille und hat gelbbraune Farbe mit goldigem Schimmer. Sie besteht aus 2 Teilen: dem chorioidalen Teil oder Stroma und dem etwa gleich starken retinalen, die beide, gegen die Pupille zu sich verjüngend, ineinander übergehen.

Das Stroma wieder besteht aus einer äußeren Schicht von radiär gestellten Bindegewebsfasern mit anliegenden flachen Kernen, in die zahlreiche sternförmig verästelte,

schwarzbraunes Pigment führende Chromatophoren-Zellen eingestreut sind; und einer inneren Schicht von Zellen mit kleinen Kernen, die mit gelben Pigmentkörnern und Guaninkristallen angefüllt ist. Durch die Choriokapillaris wird der Stromateil der Iris vom retinalen getrennt, der aus einer mit dem Deck-Epithel und einer mit der eigentlichen Retina in Verbindung stehenden Zellschicht besteht, die ohne Spaltraum zwischen sich fest miteinander verklebt sind. Das Außenblatt besteht aus hoch-zylindrischen Zellen mit blassen Kernen in der Mitte ihrer Höhe, die dunkelbraune Pigmentkörnchen, hauptsächlich an den Endflächen und Seitenwänden, aufweisen, während das Innere meist pigmentfrei ist. Das Innenblatt des Retina-Iristeils wird durch ein Epithel aus farblosen Zellen mit runden Kernen gebildet.

Muskeln zur Bewegung der Iris sind nicht zu erkennen, so daß nicht zu entscheiden ist, ob die Iris erweiterungsfähig ist oder nicht, wenn nicht vielleicht die hochzylindrischen Zellen des Außenblattes der Pars retinalis kontraktionsfähig sein sollten, wodurch eine Verlängerung und Verkürzung der Iris und damit eine Verengerung und Erweiterung zustande kommen würde.

Die vordere Augenkammer, die vorn von der Hornhaut, hinten von der Iris und Linse begrenzt wird, ist von zartem, vom Ligamentum pectinatum ausgehendem Faserwerk, dem Rest des degenerierten Bindegewebes der Larven-Stadien, das von der Chorioidea zum distalen Teil der Linsenkapsel zieht (Linsen-Aufhängeapparat von Kohl) durchsetzt, während die hintere Augenkammer, die von der Iris der Linse und der von dem Iris-Retina-Winkel aus schräg nach innen zur Linse ziehenden Membrana hyaloidea des Glaskörpers begrenzt wird, frei von Faserwerk ist. Die Linse wird von einer Linsenmembran umschlossen, das Linsen-Epithel, das an der von ihm vollständig überdeckten Vorderseite der Linse aus großen kubischen Zellen mit runden Kernen besteht, reicht ein wenig über den Äquator hinaus und geht dort in typische langgestreckte Faser-Zellen über. Der Linsenkörper selbst ist in seinem größten Teil aus kernfreien Faserlagen gebildet, von denen die jüngeren die älteren zwiebelschalenartig umschließen. Nur in den äußersten Übergangsstellen findet sich eine kleine unregelmäßige Kern-Zone. Zwischen Linsen-Epithel und Faser-Masse findet sich das Cavum lenticuli (Linsenhohlraum), ein enger Spalt, der am vorderen Pol der Linse am breitesten ist und nach dem Äquator zu sich immer mehr verengt. Die Linse ist im Auge nur lose, hauptsächlich durch den Glaskörper, befestigt.

Der Glaskörper besteht aus einem feinen, wirren, gegen die Außenseite zu straffer werdenden Geflechtwerk ohne bindegewebige Elemente oder Zellkerne, das wahrscheinlich eine kernlose Wucherung der retinalen Glia darstellt.

Die überall gleichmäßig dicke Retina weist von innen nach außen folgende 9 Schichten auf:

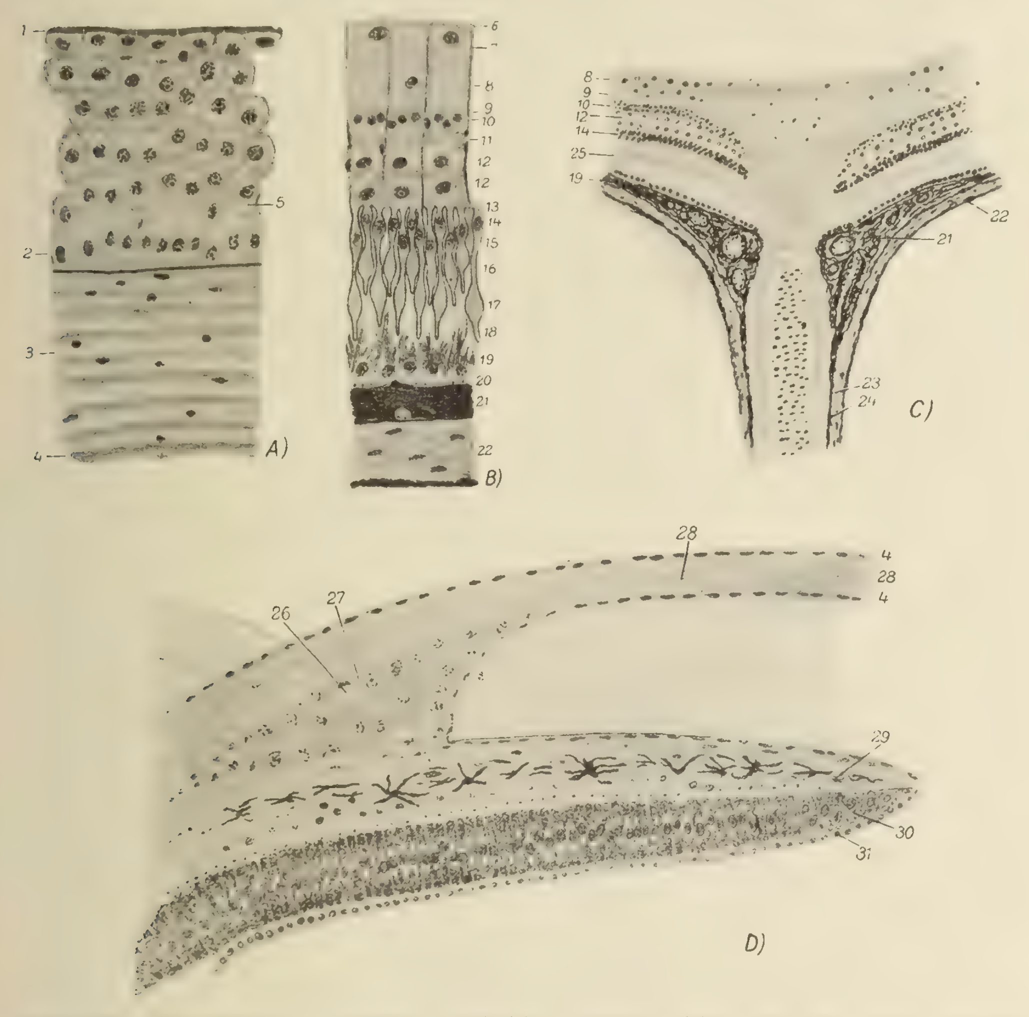
(1) Die innere Grenzmembran, die durch die Endfüßchen der Radialfasern noch verstärkt wird und mit dem Glaskörper sehr fest zusammenhält, was auch als Beweis dafür angesehen wird, daß diese Membran als gewucherte Basalmembran der Retina aufzufassen ist.

(2) Die innere Netzfaserschicht, die ein wirres Geflechtwerk feiner, hauptsächlich aus Glia-Elementen bestehender, von Radialfasern und einzelnen Nervenfasern durchsetzter Fasern bildet. Die eigentlichen Ganglion-opticum-Zellen liegen in dieser Schicht nach innen zu, ohne jedoch eine besondere Schicht zu bilden. Sie sind typische Ganglien-Zellen mit chromatinarmem Kern, deren Achsenzylinder und Dendriten oft gut erkennbar sind. Von Plate werden sie als Glia-Zellen angesprochen, Kohl betrachtet sie als rudimentäre Ganglien-Zellen.

(3) Die Sehnervenfaserschicht (Opticusfaserschicht), die beim *Ammocoetes* als innerste Retinaschicht angelegt ist, allmählich aber in die Tiefe verlagert wird und beim *erwachsenen Tier* hinter die innere Netzfaserschicht zu liegen kommt. Sie ist besonders in der Nähe der Nerven-Eintrittsstelle deutlich zu erkennen.

(4) Die innere Körnerschicht, aus 1 bis 2 unregelmäßigen Lagen kleiner, runder, sehr dichter Kerne mit schwach sichtbarem Plasmaleib bestehend, die vielleicht als bipolare Ganglien-Zellen zu bezeichnen sind.

(5) Die Müllerschen Stütz-Zellen (Radialfasern); eine Lage starker, seitlicher Verzweigungen mit zarteren Fasern, die als Dendriten anzusehen sind. Ungefähr in dieser Lage befinden sich auch die ziemlich kleinen, dicht strukturierten, den Radialfasern



Figur 338. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *feiner Bau des Auges.* ***A*** *Querschnitt durch die Augendeck-Haut;* ***B*** *durch die Retina;* ***C*** *Chiasma nervi optici;* ***D*** *Iris, Cornea, Ligament.* (*1*) Kutikula; (*2*) Rete Malpighii; (*3*) Kutis; (*4*) Endothel; (*5*) Plasmodesmen; (*6*) innere Grenzmembran; (*7*) Ganglion-opticum-Zellen; (*8*) innere Netzfaser-Schicht; (*9*) Sehnervenfasern; (*10*) innere Körnerschicht; (*11*) Müllersche Stützfasern; (*12*) Horizontal-Zellen; (*13*) äußere Nervenfasern; (*14*) äußere Körnerschicht; (*15*) äußere Grenzmembran; (*16*) Irisstroma; (*17*) Innenglied, (*18*) Außenglied der Seh-Zelle; (*19*) Deck-Epithel; (*20*) Choriokapillaris; (*21*) Chorioidea; (*22*) Sklera; (*23*) Dura mater; (*24*) Pia mater; (*25*) Seh-Zellen; (*26*) Vakuole; (*27*) Ligamentum pectinatum (annulatum); (*28*) Cornea; (*29*) Irisstroma; (*30*) äußeres, (*31*) inneres retinales Irisblatt. (Nach Dücker)

Die Hinweisstriche in Figur 338 *B* kennzeichnen bloß die betreffende Schicht des Gewebes, nicht die genannten Gewebe-Elemente.

seitlich, in Plasma eingebettet, anliegenden Kerne der letzteren. Die Fasern durchziehen in geradem Verlauf die gesamte Retina von der äußeren bis zur inneren Grenzmembran. An beiden setzen sie mit Verbreiterung an, reichen aber nicht bis zum Deck-Epithel oder zur Chorioidea. Sie besitzen horizontale Verästelungen.

(6) 2 horizontale Lagen von großen Horizontal-Zellen (Fulcrum-Zellen nach Müller, Zellen der Membrana perforata und fenestrata nach Krause) mit rundlichen bis horizontal

elliptischen, einem Ganglionkern ähnlichen Kernen, die durch eine Schicht starker Verzweigungen der Stützfasern getrennt werden (von H. Müller als Zwischenschicht flacher, verzweigter Zellen angesehen). Ihr Plasma weist seitlich viele Fortsätze auf, durch die die einzelnen Zellen wahrscheinlich untereinander in Zusammenhang treten. Die gangliöse Natur dieser Zellen (die auch schon von Kohl und Langerhans betont wurde) scheint demnach festzustehen.

(7) Die äußere Netzfaserschicht (äußere retikuläre Schicht), die von Verästelungen der Stütz-Zellen und Dendriten der Seh-Zellen gebildet wird, zwischen die da und dort runde, den Kernen der inneren Körnerschicht gleichende Kerne eingestreut sind. Sie wird als Ganglien- oder als Glia-Element gedeutet.

(8) Die äußere Grenzmembran, die durch die Stiele der Seh-Zellen durchbohrt wird, überall deutlich hervortritt und keine eigentliche Membran darstellt, sondern nur »der optische Ausdruck der Endverbreiterungen der Müllerschen Stütz-Zellen« ist.

(9) Die Seh-Zellen. Sie sind wohlentwickelt und in der Form einander im wesentlichen gleich, aber in der Länge verschieden. Längere und kürzere wechseln ziemlich regelmäßig miteinander ab, beide Formen besitzen ein walzenförmiges, oben stumpf abgerundetes Außenglied, ein dickes ellipsoides oder tonnenförmiges Innenglied und schließlich auf dünnem Stiel einen wieder anschwellenden Kernteil, der die länglichrunden, von zarter Kernmembran umgebenen, mit Nucleolus und Chromatinbrocken versehenen Kerne enthält und sich anscheinend in einen »Fuß« verbreitert. Die Kerne der längeren Zellen bilden in der Regel die äußeren, die der kürzeren die innere Lage; die beiden Arten von Seh-Zellen legen sich unter möglichster Ausnützung der Raumverhältnisse nebeneinander, so daß die dickeren Teile der einen immer den schmäleren der anderen entsprechen. Außen schließt an die Anschwellung des Innengliedes meist ein heller, ungefärbter, kreis- oder ellipsenförmiger Hof an, das »Stäbchenellipsoid«. Die beiden Arten von Seh-Zellen, die (von einer Anzahl von Autoren) in Stäbchen und Zapfen zu gliedern versucht worden sind, besitzen so sehr ähnliche Gestalt, daß man wohl eine solche Differenzierung nicht als gerechtfertigt ansehen kann, sondern der Ansicht Dückers beipflichten muß, der sie als noch nicht differenzierte Vorstufen von typischen Zapfen und Stäbchen bezeichnet.

Als Außenblatt des Augenbechers liegt das überall dicht mit ihm verklebte 1-schichtige Deck-Epithel zwischen ihm und der Chorioidea. Seine Zellen haben gegen die Retina zu zarte Fortsätze, die die äußersten Spitzen der Seh-Zellen umhüllen. Nur die Fortsätze und die inneren Kuppen der Deck-Zellen sind mit kleinen, braunen Pigmentkörnchen gefüllt, ihr Basalteil ist meist ganz pigmentfrei. Auch Guaninkristalle fehlen vollständig.

Das Auge ist größtenteils durch eine kugelige, teils in Muskulatur, die längs des Kopfes zur Schnauze führt, teils, nach außen zu, in lockerem, subkutanem Bindegewebe eingebettete und aus straffen, hauptsächlich meridional verlaufenden Faserzügen bestehende Bindegewebskapsel umhüllt, die es vor Stoß schützt, während vom Knorpelskelett des Schädels nur eine flache Aushöhlung des Craniums und ein Teil des Nasenkapselknorpels als Stütze nach innen und vorn sich an dieser Umhüllung beteiligen. In der Augenkapsel verlaufen außer den 6 Augenmuskeln, die bei der Muskulatur besprochen sind, 4 durch Bindegewebsfaszien voneinander geschiedene Bluträume, deren erster, in dem die Muskeln größtenteils liegen, und dessen Wand mit dem Augapfel parallel verläuft, den ganzen Augapfel mit Ausnahme der vorderen Fläche umhüllt, nach innen an den Sehnerven anschließend, nach außen sich etwas in den »Subkonjunktivalsack« vorwölbend und durch lockeres Faserwerk mit dem Hornhautrand verbunden. Der zweite etwa eben so breite Lymphraum umhüllt den ersten, reicht aber nicht soweit nach außen. Vor ihm liegen die ringförmig gestalteten Bluträume 3 und 4. Die Bluträume sind als sinusartige Erweiterungen von Venen aufzufassen, das Blut dürfte für die Ernährung des Auges und seine Versorgung mit Sauerstoff eine Bedeutung haben.

Der Sehnerv verläßt den Augapfel, nur ein wenig nach oben gerichtet, ziemlich genau der Pupille gegenüber. Vor seinem Austritt aus dem Bulbus durchkreuzen sich die (nach den Beobachtungen Kohls und anderer Autoren) von zartem Endothel ausgekleideten, von allen Seiten herzukommenden Nervenfasern in der Höhe der inneren Körnerschicht und ziehen jeweils nach der entgegengesetzten Seite des Sehnerven-Stammes, so daß sie dadurch einen flacheren Bogen bilden, als wenn sie auf derselben Seite bleiben würden. Nur die äußersten Nervenfasern beteiligen sich an diesem Chiasma nervi optici nicht, sondern ziehen auf dieselbe Seite geradenwegs zu den dazugehörigen, dem Nerven am nächsten liegenden Ganglien-Zellen. Es ist dabei zu erwähnen, daß der innere Teil der inneren Netzfaserschicht in unveränderter Beschaffenheit über den blinden Fleck hinwegzieht, ohne eine Papilla nervi optici zu bilden.

Der Sehnerv durchsetzt sodann die Sehzellen-Schicht, das Deck-Epithel und, hier etwas eingeengt, die Chorioidea, wobei durch einige, mit dieser in Verbindung stehende Bindegewebsstränge eine Lamina cribrosa angedeutet wird. Nach dem Verlassen des Bulbus lagern sich dem Sehnerven die Chorioidea, deren Pigmentierung sich noch eine kurze Strecke fortsetzt, als Pia mater, die Sklera als Dura mater an. Auf der ventralen Seite wird der Sehnerv von der gleichfalls durch die Dura mater umhüllten starken Aorta ophthalmica begleitet, deren Wandung stark pigmentiert ist. Die Duralscheide besteht aus mehreren Lagen derber Faserzüge, die Pialscheide ist eine sehr zarte Membran mit wenigen Kernen. Sofort nach dem Austritt des Sehnerven bilden die Nervenfasern eine Röhre, deren Inneres durch einen soliden, bis zum Gehirn zu verfolgenden Gliastrang ausgefüllt wird. Die vorwiegend radial angeordneten Gliafasern besitzen ovale Kerne und senden Fortsätze durch die Nervenfaserschicht gegen die Pia mater. W. Müllers und Ahlborns Angaben, daß die Gliafasern in die Pia mater übergehen, werden von Dücker bezweifelt. Nach der Ansicht Kohls stellt dieser Achsenstrang eingewachsenes Bindegewebe dar.

Nach Keibel haben wir beim Auge der *erwachsenen Petromyzoniden* als epitheloide Bildungen von außen nach innen zu unterscheiden: das Cornea-Epithel, die Membrana elastica anterior (Bowmansche Membran), die Substantia propria, die Lamina elastica posterior (Descemeti) — und das Endothel der vorderen Augenkammer (Descemetsches Endothel).

Der Aufhänge-Apparat der Linse besteht bei *den Neunaugen* nur aus der Membrana hyaloidea. Es ist weder eine Zona ciliaris, noch eine Membrana pupillaris vorhanden. Die Linse ist von einer gefäßhaltigen, von der Arteria hyaloidea aus entstandenen Haut, der Tunica vasculosa lentis, vollständig umgeben, deren der hinteren Linsenfläche angehörender Teil Membrana capsularis genannt wird, während der über die Pupille wegziehende Membrana pupillaris heißt. Der in der Metamorphose oder in späteren Larven-Zuständen auftretende Hohlraum oder Spalt in der Linse ist (nach Keibels Ansicht) ein Kunstprodukt. Ein Corpus ciliare fehlt.

Zu keiner Zeit der Entwickelung treten Blutgefäße oder Mesoderm-Zellen durch den Augenbecherspalt oder sonst irgendwie in den Glaskörperraum ein. Vereinzelte Zellen, die sich dort finden, können nur durch Wanderung der Lymph-Zellen oder durch Schrumpfung und Loslösung der Membrana hyaloidea hinein verschleppt werden.

Nase von Myxine

Die Nasenöffnung von *Myxine* Linnaeus ist verhältnismäßig sehr groß, median, dorsal und endständig, seitlich zusammengedrückt und oben durch einen vorwärts vorragenden lappenartigen Fortsatz überhangen, der jederseits in einen kurzen, spitz vorwärts gerichteten Tentakel zum Vorfühlen ausgeht, während unter und vor ihm an der Seite der Nasenöffnung ein anderer ähnlicher

Seitententakel steht, der beim *lebenden Tier* gegen die Seite und etwas rückwärts gerichtet ist und für die lateralen Berührungen dient (bezüglich der anderen Tentakel siehe Mund). Im Innern der Nase findet sich eine Anzahl von Längsfalten. Der Umstand, daß die median gelegene Längsfalte deutlich stärker ausgeprägt ist als die übrigen, wird (von Cole) als ein Hinweis auf eine frühere Paarigkeit des Organs (in der Entwickelung?) gedeutet.

Nase der Petromyzoniden

Das Geruchs-Organ *der Petromyzoniden* besteht aus dem unpaarigen Nasenrohr (Eingangskanal, Krause), der vorn in die dicht vor den Augen in der Mittellinie des Kopfes gelegene äußere Nasenöffnung endigt,



Figur 339. CYCLOSTOMA. — *Lampetra-Spezies: medianer Sagittalschnitt durch das Geruchs-Organ.* (*1*) Nasen-Kapsel; (*2*) mediane Falte; (*3*) Drüsen des Geruchs-Organes; (*4*) Nasen-Sack; (*5*) Nasen-Gaumengang; (*6*) Falten der Riechschleimhaut; (*7*) Querfalte im Nasen-Rohr; (*8*) Nasen-Rohr. (Nach Kaensche)

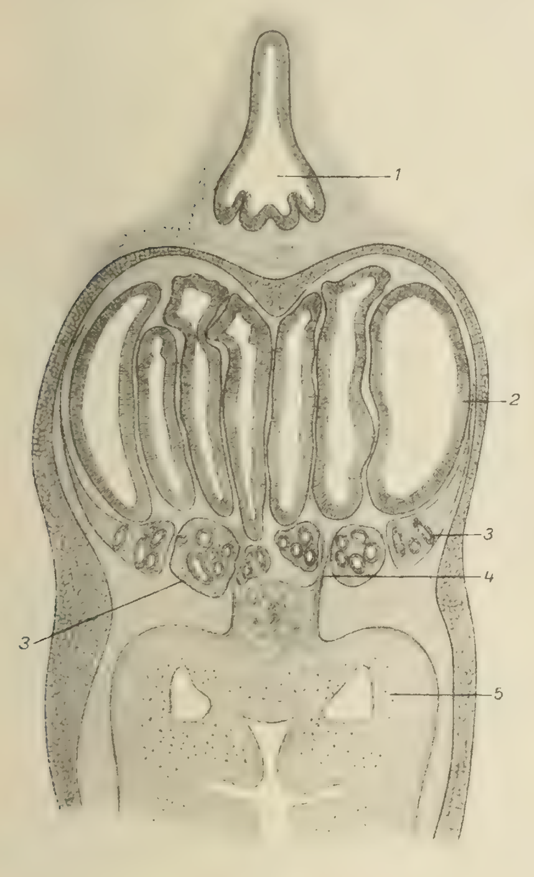
zunächst schräg ventral nach hinten zieht, dann in stumpfem Winkel als Nasengaumengang in die Schädelhöhle eindringt, die er dicht unter der Hypophyse wieder verläßt, um, an der Ventralfläche der Chorda angelagert, blind zu endigen. An der Umbiegungsstelle stülpt sich der Gang dorsal und lateralwärts in den aus einem System von taschenartigen Bildungen bestehenden Nasen-Sack aus. Jede Tasche besteht aus einem blinden vorderen Anfangsstück, einem sich in den Kanal öffnenden Mittelstück und einem blinden hinteren Endstück, das sich in einen drüsenartigen Anhang fortsetzt. An die Stelle der ventralen Falten tritt im hinteren Teil des Nasen-Sacks die Nasen-Nebendrüse.

Dieses Geruchs-Organ besteht bei *Lampetra* Gray aus 3 Abschnitten: (1) dem kurzen, fast senkrecht zur Kopfoberfläche gestellten, leicht gebogenen Zuleitungsrohr, das in der Medianlinie an der Kopfoberfläche eine kreisrunde, von einem niedrigen Hautsaum umgebene Öffnung besitzt; (2) dem von einer Knorpelkapsel umgebenen, in dorsoventraler Richtung etwas abgeplatteten, querovalen Riechsack und (3) dem Nasengaumengang.

Das Zuleitungsrohr besitzt an seiner etwas erweiterten Einmündung in die Riechhöhle an den unteren und seitlichen Wänden eine halbmondförmige Falte. Sein nervenreiches, in der Nähe der äußeren Öffnung verdünntes Epithel besteht aus geschichteten, abgeplatteten, an der freien Oberfläche mit einem

Kutikularsaum versehenen, denen der äußeren Epidermis ähnlichen Zellen, doch finden sich keine Kolben- oder Körner-Zellen.

Von der oberen, unteren und den seitlichen Wänden des Hohlraumes des Riechsackes erheben sich bis 18 schmale, hohe, das Lumen einengende Schleimhautfalten, von denen die mediane obere und die mediane untere die höchsten sind, wodurch auch hier eine paarige Zusammensetzung der Riechhöhle angedeutet ist. Auf Querschnitten sind diese Falten radiär zum Mittelpunkt der Riechhöhle gestellt. Sie werden nach vorn zu immer niedriger und verlieren sich in der Nähe der Einmündung des Zuführungsrohres ganz. Nach hinten verengert sich der



Figur 340.

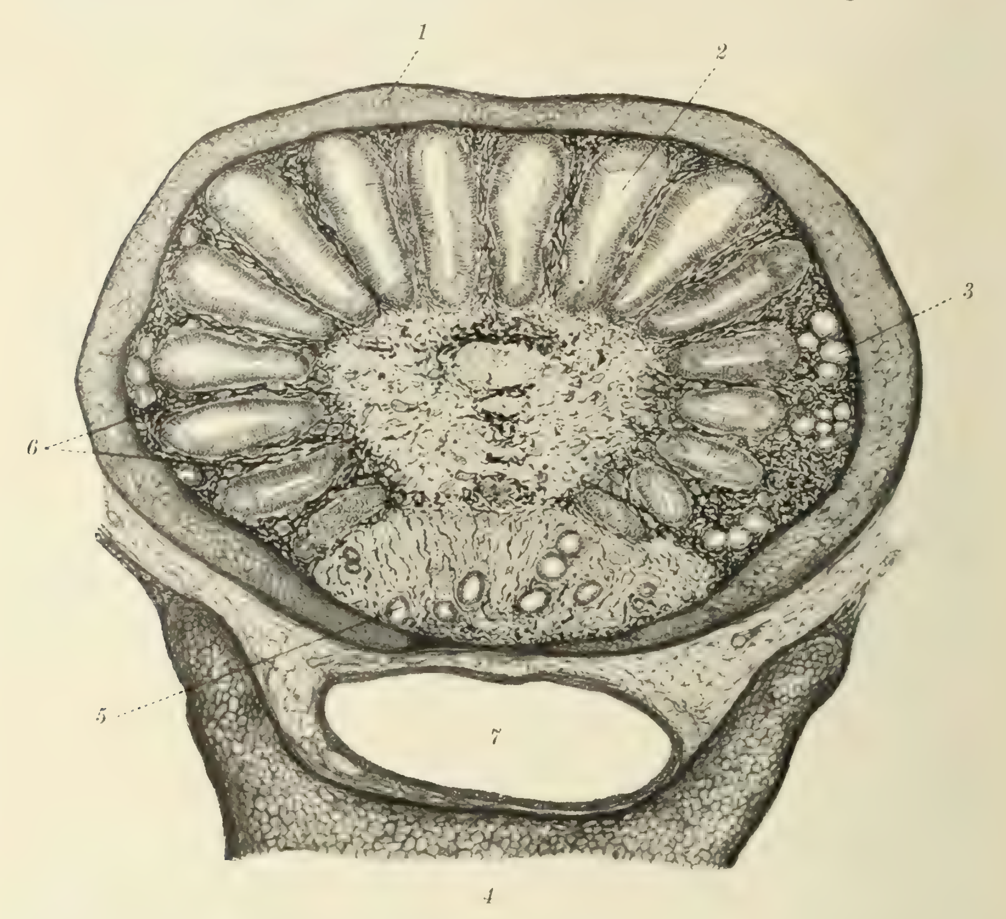


Figur 341. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch das Geruchs-Organ.* (*1*) Epithelialfalten; (*2*) Drüsen. (Nach Pogojeff)

Figur 340. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Längsschnitt durch das Geruchs-Organ.* (*1*) äußere Öffnung; (*2*) Epithelialfalten; (*3*) Drüsen; (*4*) Nervi olfactorii; (*5*) Lobus olfactorius. (Nach Pogojeff)

zentrale, kleine, von den Falten freigebliebene Raum immer mehr und verschwindet schließlich ganz, indem sich die Schleimhautfalten, und zwar zuerst die beiden medianen, dann nach und nach, ihrer Höhe entsprechend, auch die anderen auf der Oberfläche eines von hinten nach vorn vorragenden, auf dem Querschnitt des Riechsackes zentral gelegenen Gewebszapfens vereinigen. Durch dieses zentrale Zusammenfließen werden die tiefen Spalten zwischen ihnen zu allseitig geschlossenen, recessusartigen, eine Strecke weit als schmale radiäre, an Höhe immer mehr abnehmende Hohlräume nach hinten ziehenden, blind endigenden Krypten. Hinten schließt sich an diese Krypten je 1 Drüsenpaket an, das sich am hinteren Kryptenteil auch etwas seitlich und nach oben und unten hin erstreckt.

Die Drüsen sind verschieden große, bläschenartig erweiterte Räume, deren Innenwände mit einem 1-schichtigen, niederen, kubischen bis zylindrischen Epithel bedeckt ist. Die freie, dem Lumen zugewendete Oberfläche des Großteils seiner Zellen ist mit dichten Zilien besetzt. Jedes Drüsenpaket endet mit nur einer feinen Öffnung in das Lumen seiner zugehörigen Krypte zwischen deren Epithel-Zellen. Die Drüsen werden von größeren Bluträumen umgeben.

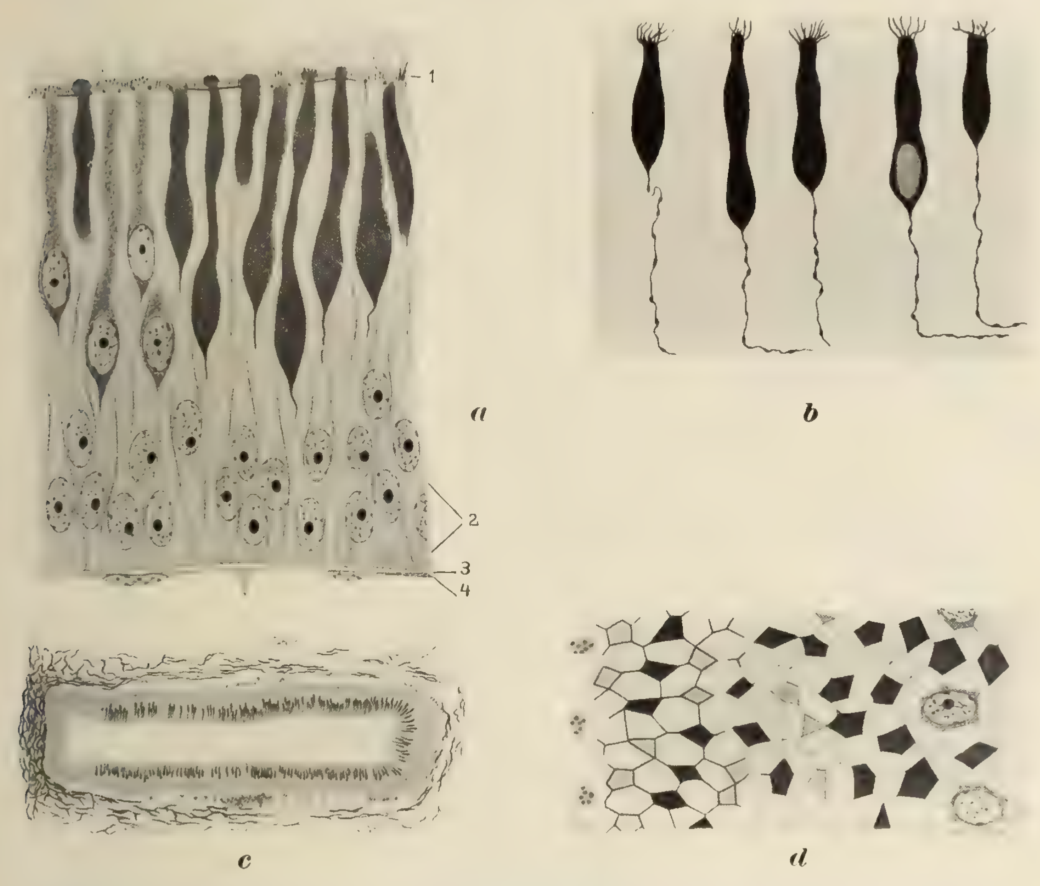


Figur 342. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch den kaudalen Teil des Nasen-Sackes.* (*1*) Nasen-Kapsel; (*2*) Taschen des Nasen-Sackes; (*3*) drüsige Anhänge von (*2*); (*4*) Ethmoid; (*5*) Nebendrüse; (*6*) Nervenfasern; (*7*) Nasen-Gaumengang. (Nach Krause)

Der frei gegen das Innere der Riechhöhle vorspringende Faltenrand wird von einem dicken geschichteten, nicht flimmernden, dem des Zuleitungsrohres ähnlichen Epithel bedeckt, dessen äußerste, mehr napfförmige Zellen eine dicke gestrichelte Kutikula zeigen. Vorn geht dieses Epithel in das des Zuleitungsrohres über, hinten fließen die Epithelstreifen an der Oberfläche des Gewebszapfens zusammen. In die Krypten erstreckt es sich nicht.

Der Grund der Spalten zwischen den Schleimhautfalten der lateralen Riechsackwand wird von einem Flimmer-Epithel gebildet, zwischen dessen Flimmer-Zellen sich kleine Ersatz-Zellen finden und das bis gegen das Hinterende der Krypten reicht.

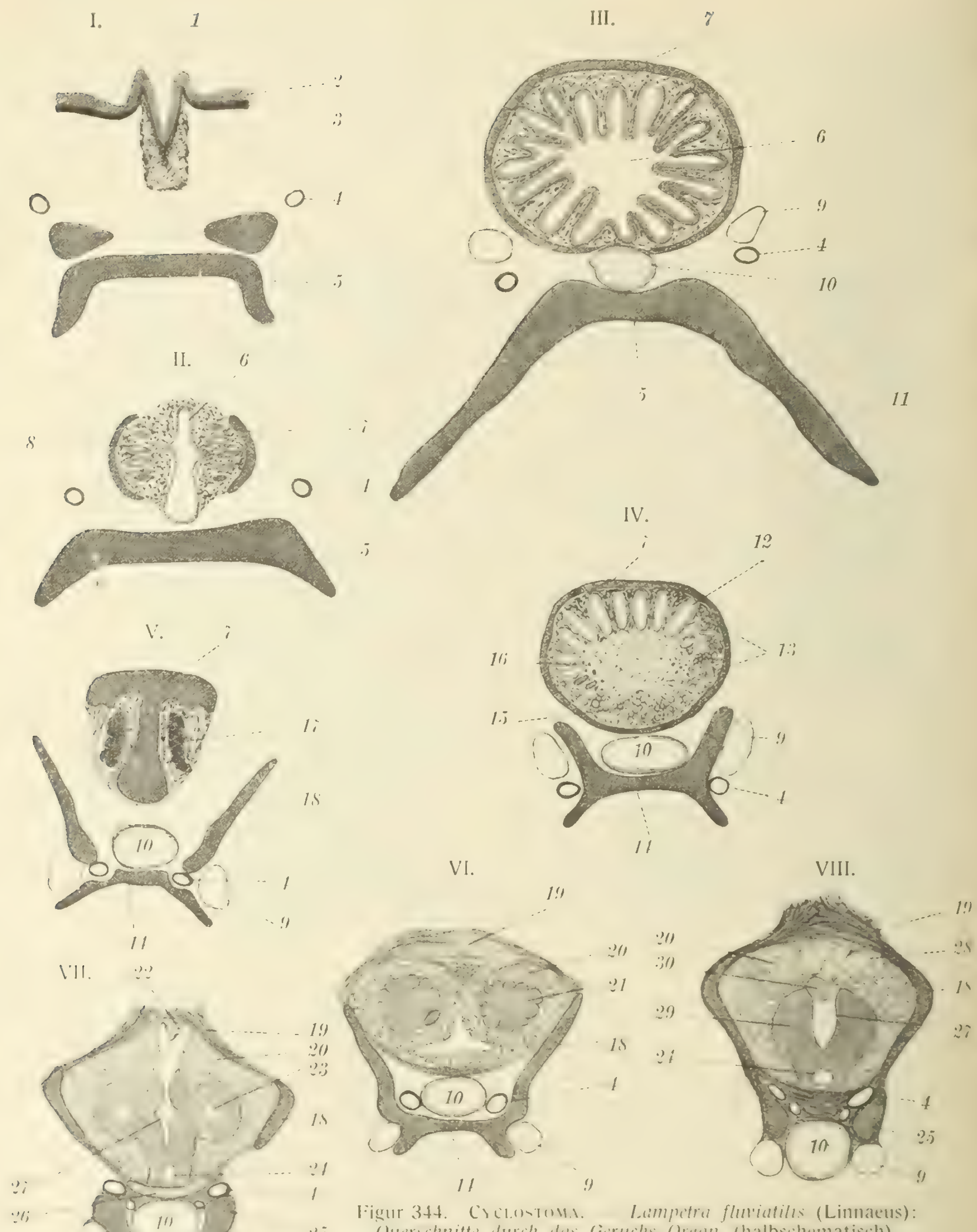
Das Riech-Epithel ist auf die einander zugewendeten Seitenflächen der Falten und auf die Krypten mit Ausnahme der mit Flimmer-Epithel bezogenen peripherischen Wände beschränkt. In der Nähe des freien Faltenrandes kommen öfter isolierte, vom Riech-Epithel deutlich abgesetzte, versprengte Inseln des mit Kutikularsaum versehenen, den freien Faltenraum bedeckenden Epithels vor, die an der Oberfläche des Riech-Epithels pilzartig vorspringen. Das Riech-Epithel



Figur 343. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Geruchs-Organ.* ***a*** *senkrecht zur Oberfläche geführter Schnitt durch das Riech-Epithel*; 4 Riech-Zellen nur angeschnitten, die übrigen der Länge nach getroffen. ***b*** *imprägnierte Riech-Zellen mit ihrem Nerven-Fortsatz und den Härchen an der freien Oberfläche* (in einer der Kern sichtbar). ***c*** *Querschnitt durch eine Riech-Krypte.* Die Riech-Zellen, die in der lateralen Kryptenwand (links) fehlen, schwarz gefärbt. ***d*** *sehr flacher Schrägschnitt durch die oberflächlichste Riechepithel-Schicht.* Mosaik der (dunklen) Riech- und (weißen) Epithel-Zellen. Links Querschnitte durch die Riechzellen-Köpfchen mit den Ansatzpünktchen der Riechhärchen, am rechten Rand geht der Schnitt durch die kernhaltigen Anschwellungen dreier kürzerer Riech-Zellen. (*1*) Schlußleisten-System, überragt von den Köpfchen der Riech-Zellen; (*2*) faserige Ansatzfüßchen der Stütz-Zellen; (*3*) subepitheliale Membran; (*4*) Wandung der subepithelialen Bluträume. (Nach Ballowitz)

setzt sich (nach Retzius) aus den indifferenten flimmernden Stütz- oder Isolier-Zellen und den eigentlichen Riech-Zellen zusammen. Übergänge zwischen diesen beiden Zell-Formen gibt es nicht.

Die Riech-Zellen haben einen wesentlich kürzeren Zell-Leib als die Stütz-Zellen und bestehen aus 2 verschiedenen Teilen: einem die freie Schleimhautoberfläche erreichenden kernhaltigen Protoplasma-Körper und einem gegen die Propria der Schleim-



Figur 344. Cyclostoma. *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitte durch das Geruchs-Organ* (halbschematisch). (*1*) Nasenloch; (*2*) Epidermis; (*3*) Kutis; (*4*) Arteria carotis; (*5*) Ethmoid; (*6*) Nasen-Sack; (*7*) Nasen-Kapsel; (*8*) rostrales Ende der Taschen des Nasen-Sackes; (*9*) Vena jugularis; (*10*) Nasen-Gaumengang; (*11*) Ethmopalatinum; (*12*) mittlerer Teil des Nasen-Sackes; (*13*) Anhangsdrüsen des Nasen-Sackes; (*14*) Intertrabeculare; (*15*) Nasen-Nebendrüse; (*16*) Nervenfasern; (*17*) Olfactorius-bündel; (*18*) Alisphenoid; (*19*) Dura mater; (*20*) Arachnoideal-Zellen; (*21*) Riechlappen; (*22*) Parietal-Auge; (*23*) Seitenventrikel; (*24*) Infundibulum; (*25*) Trabekel; (*26*) Hypophyse; (*27*) Ventrikel des Zwischenhirnes; (*28*) Ependym; (*29*) Thalamus; (*30*) Ganglion habenulae. (Nach Krause)

haut verlaufenden, varikösen Nervenfortsatz, der, bisweilen leicht geschlängelt, kontinuierlich und nicht selten mit knieförmiger Umbiegung direkt in eine feine Olfactoriusfaser übergeht.

Der Protoplasma-Körper hat meist 2 Anschwellungen, deren untere den ovalen oder ellipsoiden Kern führt, der seitlich und unten gewöhnlich nur von einer dünnen, unterhalb des Kernes konusartig zum Nervenfortsatz ziehenden Protoplasma-Lage bedeckt ist. Das obere, freie, an die Schleimhautfläche vorragende Zell-Ende ist mit vielen, gewöhnlichen Flimmerhaaren sehr ähnlichen Wimpern besetzt, die wahrscheinlich im Leben flimmern. Ihr dem Protoplasma eingefügtes basales Ende erscheint fußstückartig als dunkler Punkt. Die freien Enden der Riechepithel-Elemente stecken in einem sehr ausgeprägten Netz von Schlußleisten, die sie, sowohl Stütz- wie Riech-Zellen, mit einem derben Gitterwerk umgeben. Die Köpfchen der Riech-Zellen überragen diese Leisten. Die Protoplasma-Körper der Riech-Zellen, die, von der Fläche gesehen, einen eckigen Querschnitt haben, berühren sich niemals breit mit den Flächen, sondern werden durch 1 oder 2 Stütz-Zellen voneinander isoliert.

Das Bindegewebe der Propria des Riechsackes enthält Blutgefäße und eine schwarze Pigmentierung, die viel verzweigten, sich auch in die Falten hinein erstreckenden Pigment-Zellen angehört.

Die beiden durch völlig getrennte Öffnungen der knorpeligen Riechkapsel eintretenden Riechnerven zerfasern sich sogleich in zahlreiche Äste, die bündelweise an die Krypten und die Falten herantreten.

Im vorderen Bodenteil, unmittelbar unterhalb und ein wenig hinter der Einmündung des Zuleitungsrohres, liegt die weite Verbindungsöffnung mit dem Nasen-Gaumengang, an deren Grenze sich die obenerwähnte Falte erhebt, die verhindert, daß das Wasser direkt aus dem Zuleitungsrohr in den Nasen-Gaumengang oder umgekehrt übertreten kann, sondern es zwingt, stets in die Riechhöhle hineinzuwirbeln und dort die Oberfläche der Riechschleimhaut zu bestreichen. Der an seiner Innenfläche mit einem dünnen, aus wenigen Zell-Lagen bestehenden, mit Kutikularsaum versehenen Epithel bedeckte Gang geht von der Kommunikationsöffnung unterhalb des Riechsackes des Gehirnes und des vorderen Chorda-Endes eine große Strecke weit nach hinten. In seinem vorderen Teil unterhalb des Geruchs-Organs wird seine Wand noch durch Knorpel verstärkt und dadurch stets klaffend erhalten. Hinten dagegen ist sie weich und stößt unmittelbar an die dorsale Wand des Schlundes und des Darmes.

In den vorderen 2 Dritteln ist der dort klaffende Gang eng. Nach hinten zu nimmt er an Höhe zu. Sein weichhäutiges hinteres Drittel erweitert sich in transversaler und vertikaler Richtung sackartig. Diese Erweiterung reicht bis dicht in die Nähe der Einmündung der 2ten Kiemenöffnung in den Kiemengang jeder Seite, wo sie blind endigt. Sie steht daher unter der Einwirkung der kontrahierenden Kiemenkorbmuskulatur und wird zugleich mit der Atmung abwechselnd ausgedehnt und zusammengepreßt, wirkt daher als »Aspirationsblase« zur steten Erneuerung des Riechwassers. In dem unter dem Gehirn verlaufenden Teil besitzt der Nasen-Gaumengang in seiner Dorsalwand schmale, schlauchförmige Aussackungen des Epithels.

In der Riechschleimhaut von *Petromyzon* Linnaeus finden sich (nach Lubosch, entgegen Retzius) auch echte Riechknospen, die sich scharf durch ihre gewebliche Beschaffenheit von den benachbarten Epithel-Zellen unterscheiden.

Hinter den blinden Enden der Riechfaltentäler liegen einzeln und in Gruppen Follikel (die von Scott zuerst beschrieben worden sind). Die einzeln liegenden Follikel, die zugleich die größten sind, liegen weiter entfernt vom Riech-Epithel und sind mit Sekret gefüllt. Die Follikel-Gruppen bestehen aus kleineren Follikeln,

die der Oberfläche des Riech-Epithels näher stehen; die kleinsten, rings von niederem Epithel umgebenen liegen im Riech-Epithel selbst; nirgends aber zeigen sie einen freien Ausgang in das Innere der Nasenhöhle (wie Scott angenommen hat) und sind auch nicht untereinander in Verbindung. Nach Lubosch haben wir



Figur 345. Figur 346.

Figur 345. Cyclostoma (Petromyzonidae): *Stück der Riechschleimhaut eines erwachsenen Tieres.* (*1*) Follikel; (*2*) kleine Zysten. (Nach Lubosch)

Figur 346. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *rechtes Gehör-Organ*, von oben und innen gesehen. (*1*) Zweige des Gehirn-Nerven; (*2*) Crista acustica; (*3*) Ampulle; (*4*) äußere Abteilung; (*5*) Ductus endolymphaticus; (*6*) Macula acustica; (*7*) innere Abteilung. (Nach Retzius)

es hier mit einem rudimentären Organ zu tun, das bei *den Vorfahren der Petromyzoniden* in freier Verbindung mit dem Riech-Organ gestanden haben muß. Krause hingegen spricht sich (sowie eine Anzahl anderer Autoren) für die drüsige Natur dieser Follikel aus.

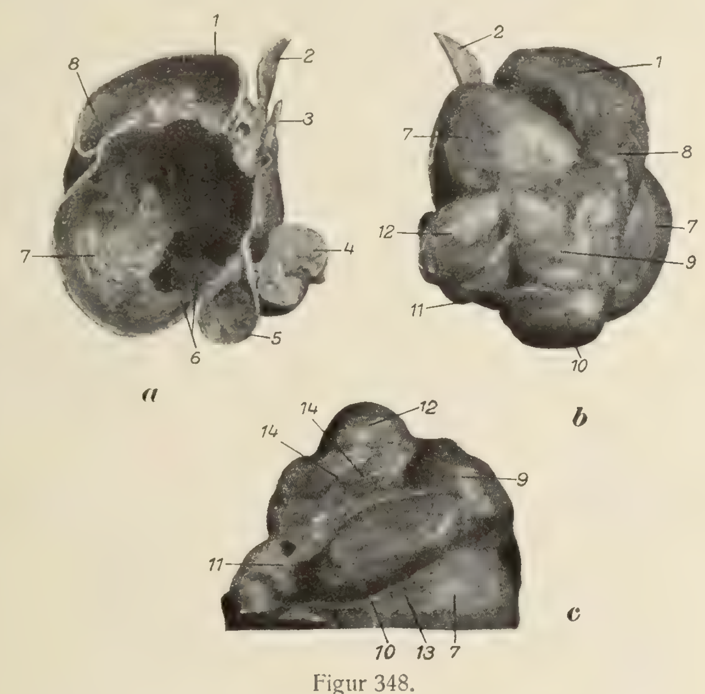
Er beschreibt sie als kugelige oder längliche, blinde, geschlossene Räume, die ein 1-schichtiges, hoch-kubisches Epithel mit 2 verschiedenen Zellformen auskleidet: (1) breitere und bauchige, infolge Einlagerung dicht gedrängter, feiner, azidophiler Körnchen dunkel erscheinende, aus deren freien Zell-Enden ein Schopf langer Haare ins Lumen ragt und (2) zwischen ihnen liegende, schmale, helle Zellen ohne diese Haarschöpfe. Das Lumen der Follikel ist von einer körnigen, azidophilen Masse erfüllt. Nach Krauses Ansicht handelt es sich hier um sezernierende, in ihrem Inneren das körnige Sekret bildende, aufspeichernde und schließlich in den Hohlraum entleerende Zellen, die bei dieser Entleerung den Haarschopf verlieren, zusammenklappen und dann die hellen Zellen darstellen, die während der abermaligen Sezernierung auch den Haarschopf wieder regenerieren. Auch die Nasen-Nebendrüse zeigt denselben Bau.



Figur 347. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *rechtes Gehör-Organ.* ***a*** von unten, ***b*** von oben und außen. (*1*) vordere Ampulle; (*2*) vorderer Ast des Gehör-Nerven; (*3*) Gehör-Nerv; (*4*) Gehirn-Teil, von dem der Gehör-Nerv (Nervus acusticus) entspringt; (*5*) Ganglion des Gehirn-Nerven (Ganglion acusticum); (*6*) Nervenendigung des sackförmigen Anhanges; (*7*) sackförmiger Anhang; (*8*) hinterer Ast des Gehör-Nerven; (*9*) hintere Ampulle; (*10*) hinterer halbkreisförmiger Kanal (Canalis semicircularis); (*11*) Vestibulum; (*12*) vorderer halbkreisförmiger Kanal; (*13*) Kommissur. (Nach Retzius)

Gehör-Organ der Myxiniden

Das Gehör-Organ *der Myxiniden* ist das einfachste in *der Reihe der Cranioten* und besteht aus einem paarigen, ringförmigen, membranösen, in der Knorpelkapsel (siehe Skelett) eingebetteten Organ zu beiden Seiten des vorderen Chorda-Endes auf dem Boden des Craniums. In diesem Organ kann man eine mit einer langen Nervenendigung ausgestattete innere Abteilung, eine Macula acustica, und eine äußere Abteilung, die an jedem Ende mit einer ampullenartigen Erweiterung und einer Nervenendigung, also mit 2 Cristae acusticae ausgestattet ist, unterscheiden. Die äußere Abteilung entspricht 2 mit je 1 Ampulle versehenen halbzirkelförmigen Kanälen, die innere entsendet einen blind endigenden Ductus endolymphaticus.



Figur 348. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Modell des Gehör-Organes, orale Hälfte.* ***a*** von hinten, ***b*** von vorn, ***c*** von unten gesehen. (*1*) Kommissur; (*2*) dorsaler Gang; (*3*) ventraler Gang; (*4*) Nervus acusticus; (*5*) sackförmiger Anhang; (*6*) Mündung der oralen Ampulla trifida in das Vestibulum; (*7*) Vestibulum; (*8*) oraler Bogengang; (*9*) Ampulla anterior; (*10*) ventrale Seitenabteilung der Ampulla trifida; (*11*) Ramus anterior nervi acustici, mit seinen gabeligen Endzweigen die Ampulla anterior umfassend; (*12*) mediale Seitenabteilung der Ampulla trifida; (*13*) Nervus acusticus accessorius; (*14*) gabelige Endzweige des Ramus anterior nervi acustici. (Nach Krause)

Figur 348.

Gehör-Organ der Petromyzoniden

Das Gehör-Organ *der Petromyzoniden* liegt als paariges Organ dicht hinter jedem Auge an der Seite des Hinterhirns und wird von einer dicken Ohrkapsel (Gehörblase, Gehörkapsel, siehe Skelett) eingeschlossen. Von der lateralen Seite zeigt das seiner Kapsel entblößte Organ 2 dorsalwärts zusammen-, ventralwärts auseinandergehende Kanäle, den rostralen und den kaudalen Bogengang, die beide ventral in die rostrale oder die kaudale Ampulle übergehen. Zwischen diesen liegt das durch eine dorsoventral verlaufende mediane Furche, die Lateralfurche, in eine rostrale und kaudale Hälfte geteilte Vestibulum, das von außen als eine große Blase erscheint, die allerdings nur den ventralen Teil des ganzen Vestibulums darstellt, das sich hinter den Bogengängen dorsalwärts zieht und dort in einen rostralen und kaudalen Blasenteil endigt.

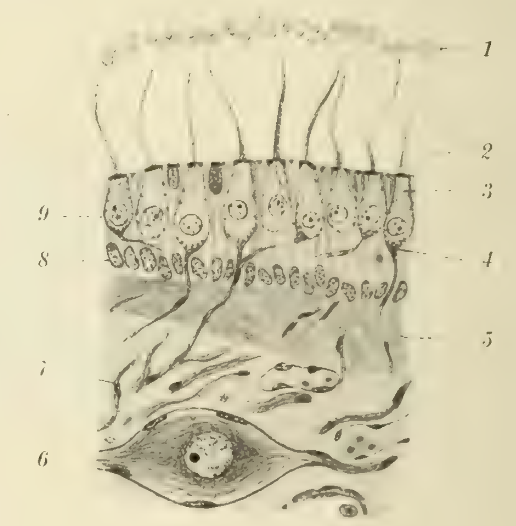
Die Lateralfurche geht vom Vestibulum auf die Bogengänge über, die sie äußerlich bis zu ihrer Vereinigung, der Kommissur, trennt, wo sie verschwindet. Über der vorderen Hälfte der Kommissur liegen die dorsalen, blinden Enden

des dorsalen und des ventralen Ganges. Ventral und medial vom Vestibulum findet sich noch eine weitere Hervorragung, die dem sackförmigen Anhang angehört. Der dorsale Gang wird von 2, der ventrale von 1 Blutgefäß begleitet.

Das ganze Vestibulum mit seiner rostrodorsalen und kaudodorsalen Ausbuchtung ist von Geißel-Epithel ausgekleidet, dessen kubische Zellen netzmaschiges Protoplasma und einen großen, meist etwas unregelmäßigen Kern besitzen und deren mächtige Geißeln aus basal dickeren, in eine feinste Spitze auslaufenden Flimmerhaaren zusammengesetzt sind.



Figur 349. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Geißel-Epithel des Vestibulums.* (*1*) Geißeln; (*2*) Kutikularplatten; (*3*) Membrana propria; (*4*) perilymphatisches Gewebe; (*5*) Bindegewebs-Zelle; (*6*) Blutgefäß. (Nach Krause)



Figur 350.

Figur 350. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Epithel der Papille des sackförmigen Anhanges.* (*1*) Otokonien; (*2*) Hörhaare; (*3*) Haarwurzeln; (*4*) Endkelche der Papille; (*5*) Membrana propria; (*6*) Nerven-Zellen, aus denen die Nervenfasern der Kristen entspringen; (*7*) Nervenfasern der Papille; (*8*) Stütz-Zellen; (*9*) Sinnes-Zellen. (Nach Krause)

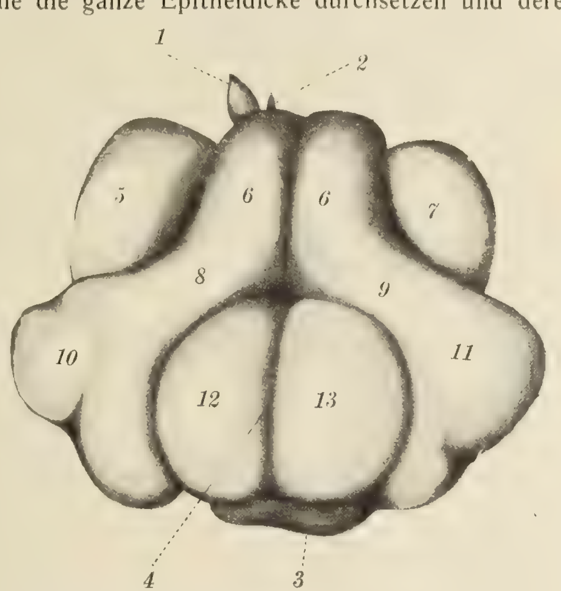
Der ventrale Gang mündet in das Vestibulum an der rostralen Fläche einer von der medialen Vestibularwand ausgehenden Leiste, der Medialleiste. Diese und die laterale Leiste trennen das Vestibulum unvollkommen in eine vordere und eine hintere Hälfte. Auch die Ampullen sind bei ihrer Einmündung in das Vestibulum in 2 Abteilungen, eine laterale und eine mediale geteilt, in deren jeder sich eine Nerven-Endstelle findet und zwar in der lateralen eine Crista, in der medialen eine Macula. Gegen den Boden des Gehör-Organs zu zieht die laterale Leiste durch die ganze Breite des Vestibulums. Medial von ihr liegt die Öffnung des sackförmigen Anhangs in das Vestibulum, der auf seiner medialen Wand eine Papille trägt und an den sich rostral das Säckchen, der Sacculus, anschließt.

Die Wandung des Gehör-Organs wird zu äußerst durch die ganz dünne, nur an den Nerven-Endstellen (siehe dort) beträchtlich dicker werdende, ziemlich strukturlose Membrana propria ausgekleidet, an die sich nach außen hin eine sehr unvollständige Lage platter Zellen und weiter das aus sehr lockerem Bindegewebe mit feinsten kollagenen Fäserchen, verästelten Bindegewebs-Zellen und vielen Pigment-Zellen bestehende, bis zur Knorpelkapsel reichende, perilymphatische Gewebe anschließt, das von zahlreichen Blutgefäßen und Nerven durchzogen wird und auch kugelige oder polyedrische Zellen, die Arachnoidalzellen, aufweist, die mit den Nerven vom Gehirn hierher geschleppt worden sind. Nach innen schließt sich an die Membrana propria das Epithel des Gehör-Organes, das im einfachsten Fall, in der Kommissur, den Bogengängen und dem sackförmigen Anhang mit Ausnahme der Papille aus einer einfachen Lage niedriger, polygonaler Zellen, in der Kommissur, an der eine starke Verdickung der Membrana propria

darstellenden, kolbigen Verdickung der Lateralleiste, sowie in den lateral von der Crista und parallel mit ihr gehenden Leisten aus einfachem, hohen Zylinder-Epithel besteht.

Das Labyrinth *der Petromyzoniden* hat 7 Nerven-Endstellen und zwar 2 Cristae acusticae in der Ampulla anterior und posterior, 2 Maculae in deren medialen Seitenabteilungen, 1 Papille im sackförmigen Anhang, 1 Macula im Sacculus und 1 Papille im dorsalen Gang. Diese letztere dürfte vielleicht ein Rudiment einer Crista ampullae externae sein.

Die Nerven-Endstellen sind in ihrem Bau alle ziemlich gleich. In ihrer Nähe wird das platte, 1-schichtige Epithel zugleich mit der Verdickung der Membrana propria deutlich höher, 2-zeilig und setzt sich dort auch aus zweierlei Zellen zusammen: den langen, zylindrischen Stütz-Zellen, die die ganze Epitheldicke durchsetzen und deren längliche Kerne eine einfache oder doppelte Kern-Reihe dicht über der dort von zahlreichen zum Durchtritt der Nervenfasern dienenden Kanälen durchsetzte Membrana propria bilden; und aus den Sinnes- oder Haar-Zellen, die mit ihrem schmäleren distalen Ende die freie Fläche des Epithels bilden, während ihr proximales, wie der Boden eines Bechers gerundetes Ende nicht bis zur Membrana propria, sondern nur bis etwa zur Epithelmitte reicht. Der helle, kugelige, im proximalen Teil gelegene Kern wird von netzmaschigem, die ganze Zelle erfüllendem Protoplasma umgeben. Die freie Fläche der Zelle trägt eine ring- oder blendenförmige Kutikularplatte mit einem steifen, in eine feine Spitze auslaufenden, aus einzelnen Fibrillen bestehenden Haar. Die Fibrillen dieser Haare ziehen mit einem als Haarwurzel zu bezeichnenden Abschnitt in den Zellkörper, wo sie an die Zellwand auseinandergehen. Die Zellen des Gehörnerven sind alle bipolar. Sie können in größere, langgestreckte, die zu den Kristen verlaufen, und in kleinere kugelige, die zu den Maculae und den Papillen ziehen, geschieden werden.



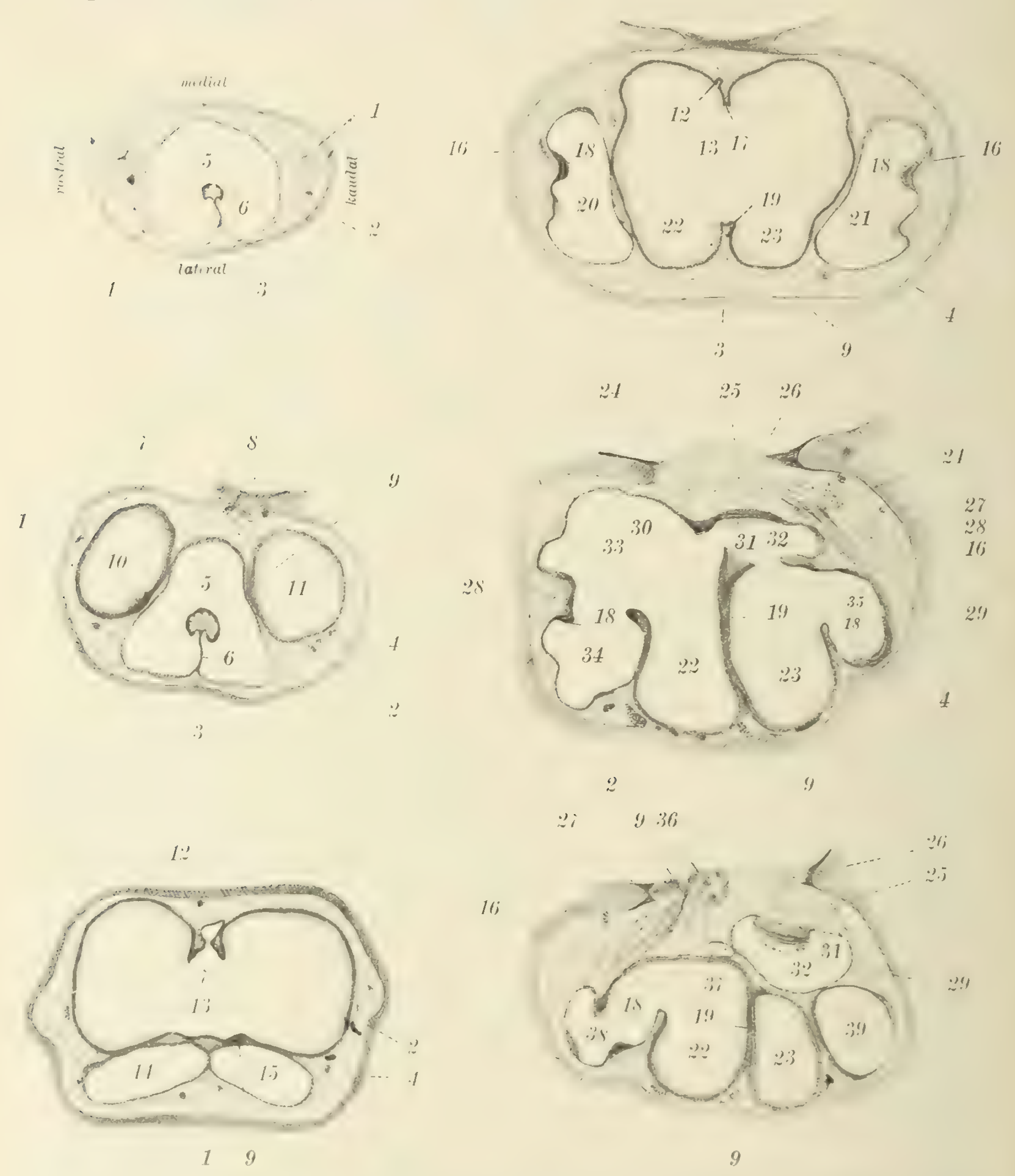
Figur 351. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *häutiges Labyrinth in lateraler Ansicht.* (*1*) dorsaler, (*2*) ventraler Gang; (*3*) sackförmiger Anhang; (*4*) Lateralfurche; (*5*) rostrodorsale Abteilung des Vestibulums; (*6*) Kommissur der Bogengänge; (*7*) kaudodorsale Abteilung des Vestibulums; (*8*) rostraler, (*9*) kaudaler Bogengang; (*10*) rostrale, (*11*) kaudale Ampulle; (*12*) rostroventrale, (*13*) kaudoventrale Abteilung des Vestibulums. (Nach Krause)

Unter der Membrana propria ihrer Nerven-Endstelle bilden sämtliche Hörnervenfasern ein mehr oder weniger ausgedehntes Geflecht, dessen Fasern austretend die Membran durchsetzen und in das Epithel eindringen, derart, daß zu jeder Haar-Zelle eine Nervenfaser oder ein Zweig einer solchen hinzutritt, wo sie einen kleinen, die Zellbasis umfassenden Becher oder Endkelch bildet, aus dessen Rand feinste, mit Knöpfchen in sie eindringende, offenbar mit den Haarwurzeln in Berührung tretende Fibrillen hervorstrahlen.

Die Maculae und Papillen werden von Kalkkonkrementen, den Otokonien bedeckt, die an einzelnen Stellen (so im Säckchen) zu einer größeren Kalkmasse, einem Otolithen verschmelzen. In die proximale Fläche der sie umhüllenden und zusammenhaltenden gallertigen Membran dringen die Haare der Haar-Zellen ein.

Wie bereits erwähnt, treten an der medialen Fläche des Gehör-Organs 2 Kanäle aus dessen Innerem, von denen der eine (nach Ketel, dem Entdecker dieser Tatsache) als Aquaeductus vestibuli, der andere als Aquaeductus cochleae bezeichnet wurde; Angaben, die von Hasse dahin modifiziert wurden, daß er den ventralwärts einmündenden, nicht aus der Gehörkapsel in den Arachnoidealraum eindringenden, sondern nur mit seinem blinden, etwas erweiterten Ende sich

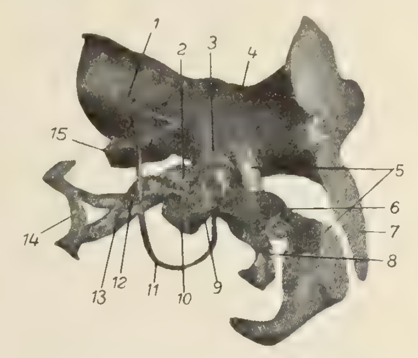
an die Apertura aquaeducti vestibuli anlegenden Gang als eigentlichen Ductus endolymphaticus, den oberen dorsal ebenfalls innerhalb der Ohrkapsel mündenden Gang als einen halbkugelförmigen Blindsack, ähnlich dem bei *vielen Teleostiern*,



Figur 352. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Schnitte durch das häutige Labyrinth.* (*1*) Pigment-Zellen; (*2*) Blutgefäße; (*3*) Lateralfurche; (*4*) Knorpelkapsel; (*5*) Kommissur; (*6*) Septum; (*7*) dorsaler Gang; (*8*) dorsale Öffnung der Knorpelkapsel; (*9*) Nerv des dorsalen Ganges; (*10*) rostrodorsale, (*11*) kaudodorsale Abteilung des Vestibulums; (*12*) ventraler Gang; (*13*) Vestibulum; (*14*) rostraler; (*15*) kaudaler Bogengang; (*16*) Nerven der Kristen; (*17*) Medialleiste; (*18*) Crista; (*19*) Lateralleiste; (*20*) rostrale, (*21*) kaudale Ampulle mit Crista; (*22*) rostroventrale, (*23*) kaudoventrale Abteilung des Vestibulums; (*24*) Ursprungs-Zellen der Maculae; (*25*) Nerven, (*26*) Ursprungs-Zellen der Papille und des Säckchens; (*27*) Ursprungs-Zellen der Kristen; (*28*) Nerven der Maculae; (*29*) Arachnoideal-Zellen; (*30*) mediale Abteilung der rostralen Ampulle; (*31*) Papille; (*32*) sackförmiger Anhang; (*33*) Macula; (*34*) laterale Abteilung der rostralen, (*35*) der kaudalen Ampulle; (*36*) Ursprungs-Zellen des dorsalen Ganges; (*37*) Säckchen (Sacculus); (*38*) ventrale Abteilung der rostralen, (*39*) der kaudalen Ampulle. (Nach Krause)

bezeichnete. Nach den späteren Untersuchungen verläßt der eine Gang, der von Ayers als Ductus endolymphaticus utriculi bezeichnet wird, das Vestibulum weiter oralwärts, während der andere, der weitere, von niedrigem, 1-schichtigem Zylinder-Epithel ausgekleidete und eine Nerven-Endstelle enthaltende Ductus endolymphaticus sacculi, weiter kaudalwärts austritt. Beide Kanäle legen sich dicht aneinander, verlassen die Ohrkapsel durch ein gemeinsames Loch in der Verschlußmembran und treten in den Arachnoidealraum ein, wo sie blind endigen.

Nach Krauses Untersuchungen findet sich in der medialen Wand des Vestibulums am dorsalen Ende der Crista frontalis an deren Spaltungsstelle in die beiden, die Mündung der Kommissur umsäumenden Schenkel eine ziemlich große, herzförmige, mit ihrem größeren dorsalen Abschnitt in der Kommissur, mit ihrem kleineren, ventralen Teil im Vestibulum liegende Öffnung, die in einen ziemlich weiten, zunächst schräg dorsal- und oralwärts ziehenden, der Medialwand der vorderen Vestibular-Zelle dicht anliegenden Kanal führt. Dieser Kanal tritt durch ein Loch der Ohrkapselverschluß-Membran in die Schädelhöhle und biegt dort direkt dorsalwärts ab, so daß er innerhalb dieser Höhle der Innenfläche des Alisphenoids dicht anliegt. Er endet in einem flachen, dorsalwärts zugespitzten Sack, ohne den dorsalen Rand des Knorpels zu erreichen. An seiner Endigungsstelle wird er von Fett-Zellen umgeben.



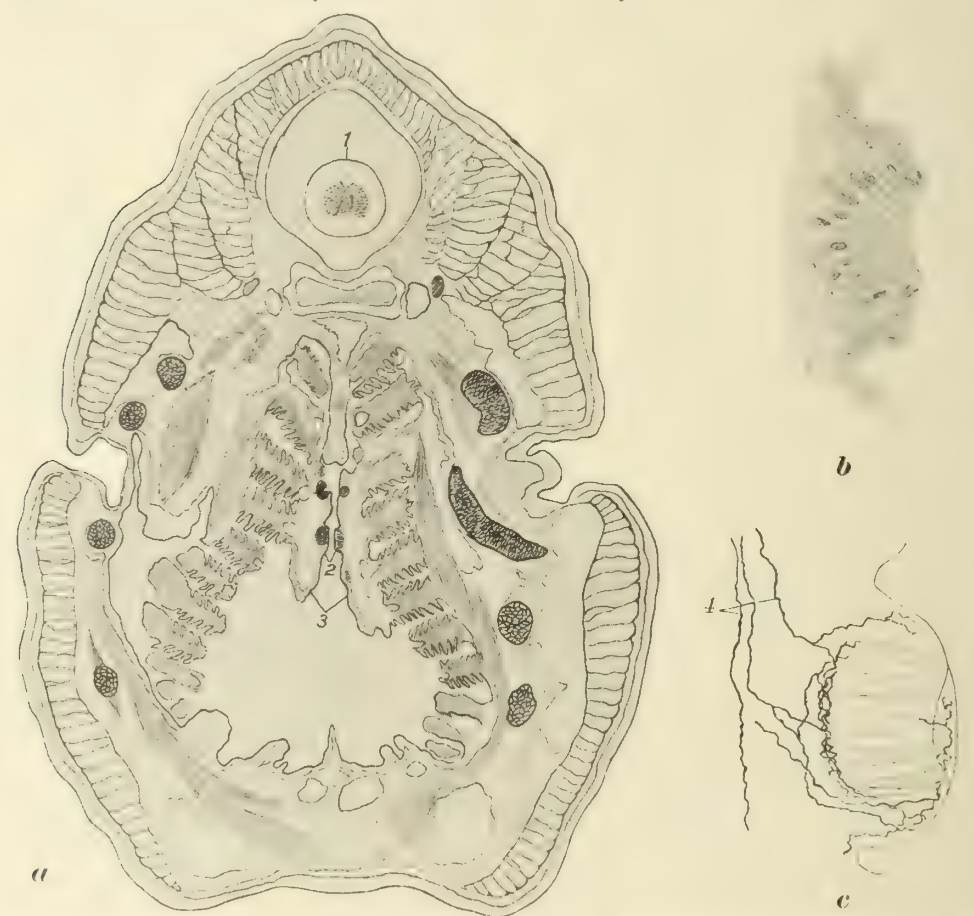
Figur 353. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Modell der rechten Nachhirn-Hälfte mit den austretenden Nerven*, von oben-seitlich (dorsolateral) gesehen. (*1*) Papille im dorsalen Gang; (*2*) Ramus posterior; (*3*) Nervus acusticus; (*4*) Ramus anterior; (*5*) Nervus facialis; (*6*) Macula der oralen Seitenabteilung; (*7*) Nervus trigeminus; (*8*) Crista anterior; (*9*) Macula sacculi; (*10*) Papille im sackförmigen Anhang; (*11*) Nervus acusticus accessorius; (*12*) Macula der kaudalen Seitenabteilung; (*13*) = (*2*); (*14*) Crista posterior; (*15*) Nervus vagus. (Nach Krause)

Der Kanal ist von einem ganz niedrigen, 1-schichtigen Epithel ausgekleidet, zeigt nirgends Kalkkonkremente und hat an der lateralen Wand eine kleine, papillenartig ins Lumen vorspringende Nerven-Endstelle, zu der ein dünnes Nervenbündel aus der Tiefe der den Boden der Kommissur bildenden Wand hervortritt.

Der 2te der beiden Gänge mündet dicht ventral und unbedeutend vor dem 1ten. Er ist so wie seine Mündung ziemlich eng und an dieser mit niedrigen, weiterhin immer höheren Zylinder-Zellen ausgekleidet, die ihre größte Höhe in der Mitte des Ganges erreichen und gegen sein Ende zu wieder niedriger werden. An ihrer freien Oberfläche lassen sie manchmal eine Art Stäbchensaum erkennen. Der Gang ist sehr kurz und endet dicht medianwärts vom vorigen mit spitzem, manchmal ein wenig kolbig verdicktem Ende, stets innerhalb der Ohrkapsel, ohne beim *erwachsenen Tier* die Verschlußmembran zu erreichen. Er erhält eine scheinbare Fortsetzung durch eine ihm dicht anliegende, zusammen mit dem dorsalen Raum in den Arachnoidealraum eintretende Vene. Sein spaltförmig enger Hohlraum ist stets frei von Konkrementen. Von den beiden Gängen ist nach Hasse dieser ventrale jedenfalls der eigentliche Ductus endolymphaticus (Aquaeductus vestibuli). Seine Reduktion *während des Larvenlebens* ist jedenfalls auf die weitere Entwickelung des Dorsalganges zurückzuführen. Die Aufgabe des Ductus und Saccus endolymphaticus, ein Reservoir und eine Art Sicherheitsventil für die Endolymphe zu bilden, das ein Ausweichen bei plötzlichen Erschütterungen gestattet und dadurch Schädigungen des perzipierenden Apparates verhindert, ist durch die Weiterentwickelung des sekundär entstandenen dorsalen Ganges mit seiner größeren Höhlung und den dünnen Wänden übernommen worden und der niemals ganz zurückgebildete Ventralgang hat nun wohl nur mehr die Aufgabe der Absonderung der Endolymphe.

Die Nerven-Endstelle des dorsalen Ganges wird durch den Nervus acusticus accessorius, der dem Ramus anterior des Nervus acusticus angehört (nicht dem Nervus facialis, wie verschiedene Autoren angeben) innerviert. Dieser wendet sich zwischen ventraler Seitenabteilung der vorderen Ampulle und vorderer Vestibular-Zelle lateralwärts, geht in der Wand, die die Vestibular-Zelle vom vorderen Bogengang und später von der Kommissur trennt, dorsalwärts in die Höhe und kommt an der medianen Fläche

des Labyrinths dicht neben dem Sulcus frontalis wieder zum Vorschein, von wo er direkt zur Nerven-Endstelle des Dorsalganges geht. Der Nervus acusticus accessorius windet sich demnach in einem $^3/_4$-Kreis um den ganzen seitlichen Umfang des Labyrinths herum, da er der während der Entwickelung immer weiter an der Seitenwand aufwärts wandernden Nerven-Endstelle nachfolgt. Die Geißel-Zellen des Labyrinths innerviert er (nach Ansicht Krauses, entgegen der verschiedener Autoren) nicht. Diese haben überhaupt keinen Zusammenhang mit irgendeinem Nerven. Ebenso gibt es kein in der Kommissur gelegenes Sinnes-Organ, daß von diesem Nerven versorgt würde. Der betreffende, länglich wulstige, an einer dünnen Membran in die Kommissur hineinhängende, diese in eine vordere und hintere Hälfte teilende Körper ist mit indifferenten Zylinder-Zellen bekleidet.



Figur 354. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Geschmacks-Knospen der Ammocoetes-Larve.* **a** Frontalschnitt in der Gegend des Branchial-Raumes; **b** und **c** Geschmacks-Knospen in senkrechtem Schnitt. (*1*) Rückenmark; (*2*) Geschmacks-Knospen; (*3*) Diaphragmen; (*4*) Nerven-Fasern. (Nach Retzius)

Geschmacks-Knospen der Petromyzoniden

Bei *Myxiniden* sind bisher noch keine besonderen Geschmacks-Organe gefunden worden, hingegen haben *die Petromyzoniden* Bildungen, die wohl mit Recht mit den Geschmacks-Organen *der Vertebraten* verglichen werden können.

Sowohl bei erwachsenen Petromyzoniden als insbesondere deutlich bei *großen Ammocoetes-Larven* finden sich im Bereich des Branchialraumes von A. Schneider entdeckte, später von Retzius genauer beschriebene knospenartige Gebilde, die von beiden Forschern als Geschmacks-Knospen gedeutet wurden. Sie sitzen an den Strängen zu beiden

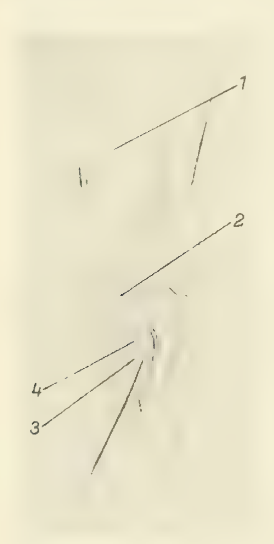
Seiten des Branchialraumes (die von Schneider als Diaphragmen der Kiemen bezeichnet werden) jederseits in Anzahl von mehreren, etwa 4 oder 5, haben eine ziemlich hohe, über das übrige Epithel der Diaphragmen also wirklich knospenartig emporragende Form, indem die Schleimhaut, die sich in ihrer Umgebung zu einer ringsum verlaufenden Furche eingesenkt hat, sich zu einem rundlichen Vorsprunge erhebt, in dessen Mitte sich eine Delle befindet. Das Bindegewebe der Schleimhaut erhebt sich ringsum in den umgebenden Wall und bildet dann in der Knospe eine tiefe Grube, in die sich das bekleidende zylindrische, 1-schichtige Epithel einsenkt, sie in Form eines hohen Zylinder-Epithels (eines »Sinnes-Epithels«) vollständig ausfüllend. Die Zellen dieses Sinnes-Epithels sind ziemlich schmal, endigen unten abgestutzt und verschmälern sich nach der Oberfläche hin, wo sie 1 frei vorstehendes Haar (oder vielleicht mehrere?) tragen. Ihr länglicher, ovaler Kern liegt basal. In der Schleimhaut verlaufen starke Nervenfaserbündel unter diesen Knospen, von denen einzelne Fasern sich in das die Knospen umgebende Epithel verbreiten und verästelt interzellulär mit freien Endbäumchen endigen. In das eigentliche Knospen-Epithel dringt keine ein, sondern sie verbreiten und verzweigen sich dicht unter ihm. Das entspricht den Verhältnissen bei den Endknospen *der Teleostier.* Die Deutung dieser Organe als Geschmacks-Organe wird von Retzius, zwar mit einigem Vorbehalt, doch als außerordentlich wahrscheinlich hingestellt.

Körperhöhle, Darmverlauf der Myxiniden

Das Peritoneum der Myxiniden ist eine dünne glänzende, die Körperhöhle auskleidende Membran, durch die die Körpermuskeln deutlich sichtbar sind. Vorn in der Körperhöhle liegen die beiden Leber-Lappen, von denen der hintere hier und da auch in 2 Teile geteilt ist und zwischen ihnen, auf ihrer rechten Seite, die vorstehende Gallenblase. Der sehr weite und vollständig gerade Darmkanal zieht von dem Bereich über dem hinteren Leber-Lappen zur Kloake nach hinten. Zu seiner Rechten ist die einfache Gonade und zwar ihr ovarialer Teil sichtbar, der bei *vorherrschend weiblichen Individuen* die Gestalt des Darmes je nach der Jahreszeit, also auch je nach dem Reifezustand der Geschlechts-Produkte beeinflußt. Dieser Teil der Gonade wird in einer Genitalduplikatur des rechten dorsalen Mesenteriums gebildet (Mesovarium). Beim *vorwiegend weiblich hermaphroditischen Tiere von Myxine glutinosa* Linnaeus finden sich darin eine Anzahl sehr großer lang-ovaler Eier, während bei dem *vorwiegend männlichen Hermaphroditen* die Genitaldrüse ohne genauere Untersuchung überhaupt nicht zu sehen ist.

Bei der Annäherung an die Kloake beginnt sich der hintere Darmteil in der ventralen Mittellinie mit der Körperwand zu verbinden und bildet zu Beginn dieser Verschmelzung eine Art rudimentären Mesenteriums. Diese Verschmelzung des Darmes mit der Körperwand dehnt sich schräg aufwärts und rückwärts aus und bringt die Körperhöhle dadurch unterhalb des Darmes vollständig zum Schwinden. Sie beschränkt sich, nunmehr immer kleiner werdend, nur noch auf den über dem Darme liegenden Teil und öffnet sich schließlich durch den großen einfachen medianen Porus genitalis (abdominalis) in die Kloake. Aufgehängt ist der Darm durch das mediane dorsale Mesenterium, das mit gebogenem Rande kurz vor dem Abdominalporus endet, so daß die beiden Hälften der Körperhöhle dort zur Ermöglichung des leichten Durchtritts der großen Eier miteinander in freier Verbindung stehen.

Über der Vorderfläche des frontalen Leber-Lappens liegt nach vorn zu das perikardiale Zölom mit dem in ihm enthaltenen Herzen derart, daß dieses Zölom durch das große, längliche, schräg von rechts nach links vorwärts gerichtete perikardio-peritoneale Foramen an der rechten Seite mit der Körperhöhle in Verbindung ist. An dieser Seite ist das Pericardium so wie bei *Petromyzon* Linnaeus nicht durchbohrt (im Gegensatz zu *Ammocoetes*, wo es 2 Foramina besitzt). Die rechte Wand des erwähnten Foramens wird durch die Darmserosa gebildet. Dort entspringt die sehr große Vena supraintestinalis oder Vena portalis. Manchmal springt auch das Portalherz scharf in das Foramen vor. Die Vena portalis liegt, morphologisch genommen, außerhalb des Foramens und tritt nur gelegentlich in Beziehung zu ihm. Die linke Wand des Foramens wird durch eine besondere Peritonealduplikatur mit gut umschriebenem, leicht verdicktem, freiem Rand gebildet.



Figur 355. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Kloake.* (*1*) Darm; (*2*) Sphincter der Kloake; (*3*) Porus urogenitalis, vom After durch eine halbmondförmige Falte getrennt; die Richtung der Sonde gibt seine Richtung gegen die Bauchhöhle an; (*4*) After. (Nach Johannes Müller)

Kurz hinter dem Herzen beschreibt der Darm, der bis dorthin durch das dorsale Mittelmesenterium aufgehängt war, eine Krümmung nach oben, wodurch die beiden Scheiden des Peritoneums statt, einander gegenüberliegend, das mediane Mesenterium zu bilden, zugleich getrennt an den Darm treten und von ihm unmittelbar den vorderen Leber-Lappen erreichen, ohne ein medianes ventrales Leberligament zu bilden, wie das, wodurch der hintere Leber-Lappen an den Darm suspendiert wird. Von diesen lateralen Scheiden stammt ja auch das Pericardium.

In der dorsalen Mittellinie liegen, angeheftet an die Körperwand, 4 große Gefäße. Das äußere Paar sind die Segmental- oder Vornieren-Gefäße, das innere die 2 hinteren Kardinalvenen, von denen die rechte die schmälere und weniger blutführend als die linke ist. Die Aorta dorsalis liegt zwischen und dorsal von diesen beiden Kardinalvenen. Von ihr ziehen die Arterien zum Darmkanal und den Gonaden. Zumeist in der dorsalen Mittellinie und rechts von der Anheftung des dorsalen Mesenteriums verläuft die sehr große Vena portalis.

Ernährungs-Organe der Myxiniden Mund, Zunge

Die Ernährungs-Organe sind *in beiden Gruppen der Cyclostoma* in sehr inniger Verbindung mit den Atmungs-Organen, die als Kiementeil ihres vorderen Abschnittes, des »Kiemendarmes«, in Erscheinung treten.

Es sollen zunächst die Bestandteile des Ernährungs-Systems im engeren Sinne Besprechung finden und zwar vorwiegend nach den Untersuchungen Coles an *Myxine glutinosa* Linnaeus.

Der runde, subterminal hinter und unter der Nasen-Öffnung gelegene Mund *der Myxiniden* ist auch im Leben kontrahiert und runzelig an den Kanten. Etwas weiter vorn liegt beiderseits der größte Tentakel des Kopfes, der abwärts, vor- oder rückwärts gerichtet ist und vorwärts rotiert werden kann und für ventrale Berührungen dient.

Die Zunge der Myxiniden ist eine lederartige, in der Mitte mit einer Rinne versehene und aus 2 nach oben (von den Seiten her) zusammenleg-

baren Seitenteilen bestehende, vorn abgerundete, an ihrem Hinterende in eine lange, dicke Sehne übergehende Platte, auf deren Oberfläche die Zähne angebracht sind (siehe dort).

Histologie von Nasaltube, Nasen-Gaumengang, Mund (Myxiniden). — Die Nasaltube der Myxiniden wird von einem ausgedehnten Lymphraum umgeben, der zwischen den Nasenringen und der Tube selbst liegt. Das Epithel ist mehrschichtig und liegt auf einer deutlichen Basalmembran, unter der sich ein dichtes, faseriges, gefäßreiches, nach hinten abnehmendes Bindegewebe findet. Die oberflächlichen Epithel-Zellen geben die Schleimreaktion. Die glasigen Schleim-Zellen sind äußerst zahlreich und größer als die in der Haut, die Körner-Zellen dagegen spärlich und klein. In den Riechplättchen (Laminae olfactoriae) der Nase finden sich keine Schleim-Zellen, die aber noch im ventralen, nicht olfaktorischen Teil der Röhre vorhanden sind, wo sie infolge der geringen Tiefe des Epithels nicht bloß dessen ganze Dicke durchziehen, sondern auch noch darüber hinaus in das Lumen der Nasalkammer reichen.

Einen ähnlichen Bau zeigt der Nasen-Gaumengang, mit dem Unterschied, daß dort in seinem hinteren Ende, insbesondere im Gebiet seiner Öffnung, zahlreiche Körner-Zellen vorhanden sind und daß nur wenige oberflächliche Zellen die Schleimreaktion ergeben.

Der Mund in der Umgebung des Nasen-Gaumengangs zeigt gleichfalls ähnliche Epithel-Auskleidung, doch keine Körner-Zellen und keine vielzelligen Drüsen. Seine 3 bis 4 obersten Zell-Lagen geben die Schleimreaktion. Ihre Kerne sind an das eine Ende der Zellen gedrückt. Unmittelbar in der Umgebung der Zähne finden sich keine Schleim-Zellen. Ungefähr im Gebiete der Öffnung des Nasen-Gaumenganges in den Mund treten zahlreiche Körner-Zellen auf, die bis auf die etwas geringere Größe denen der Haut gleichen. Zugleich werden die glasigen Schleim-Zellen häufiger, während die oberflächlichen Zellen, die die Schleimreaktion geben, verschwinden, um durch ein epitheliales Mosaik ersetzt zu werden. Diese Veränderung deutet (nach Cole) die Grenze zwischen Stomodaeum und Mesenteron an.

Darm-System der Myxiniden

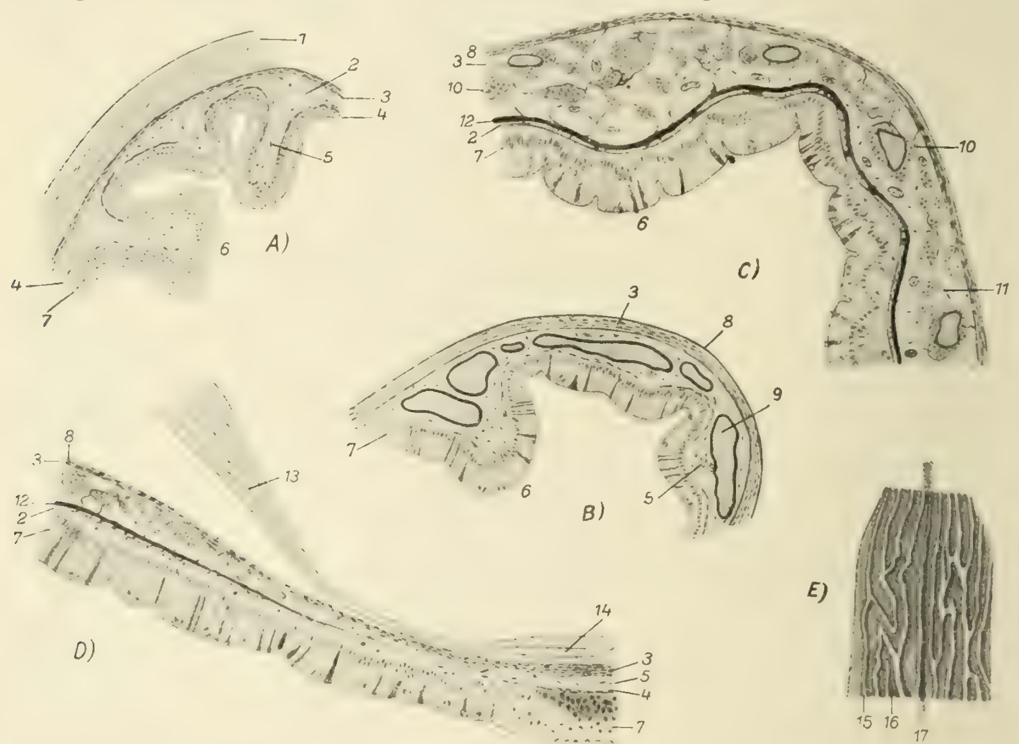
Der Darm geht geradeaus, ohne besondere sichtbare Unterteilung, vor allem ohne einen erkennbaren erweiterten Magen, vom Mund zum After. Die einzelnen Teile des Ernährungs-Traktes zeigen folgende Merkmale:

Vom Boden des Mundes erstreckt sich der aus 2 durch eine Furche getrennten Hälften bestehende, offenbar ein Derivat der Mundschleimhaut bildende Zahn-Apparat in die Mundhöhle. Die Zähne (siehe Seite 171) stecken in einer Falte der Schleimhaut, die auch eine sehr deutliche Falte zwischen den beiden Reihen jeder Seite bildet und können ohne sie nicht bewegt werden. Um diese Bewegung zu ermöglichen, ist die Schleimhaut auch vor und hinter ihnen lose und weit. Hinter dieser Region ist die Mucosa des Mundes aber dünn und zumeist glatt, abgesehen vom Mundrand, der wieder in Falten gelegt oder runzelig ist, wenn der Dental-Apparat zurückgezogen ist. Die Mucosa des Mundgrundes ist vollständig glatt. Auch die Schleimhaut des Munddaches ist in grobe Falten gelegt. In der dorsomedialen Linie erhebt sich von der Spitze einer Erhöhung dieser Mucosa der große mittlere Dorsalzahn. Unmittelbar hinter dem hinteren Rande des Dental-Apparates liegt eine breite, tiefe Einbuchtung, deren ventrale Wand durch die hier mit etwas unregelmäßigem Rand endigende Schleimhaut des Munddaches, deren dorsale Wand durch die Basis des Velums gebildet wird. In diese Vertiefung mündet der von glatter Schleimhaut ausgekleidete Nasen-Gaumengang mit einer vorn breiteren längsovalen Öffnung.

Die hintere Grenze des Mundes wird durch das Velum (Pharyngealklappe) gekennzeichnet. Es ist eine große, flache, dorsale Duplikatur der Mucosa dicht hinter dem Dental-Apparat, die an die Schleimhaut des Munddaches — ebenso wie der Darm durch das Mesenterium — in ihrer medianen Dorsaloberfläche

angeheftet ist. Diese »Aufhängefalte« verlängert sich nach hinten über die velare Region hinaus und geht unmerklich in die Schleimhaut des Ösophagus über. Das Velum ist tatsächlich der vordere differenzierte Endteil der medianen dorsalen Ösophagusfalte, die ein besonderes Skelett-Gerüst entwickelt hat. Die Schleimhaut des Velums ist glatt.

Hinter dem Velum verengert sich der Darm allmählich bis auf weniger als die Hälfte, wobei sein Lumen dorsoventral abgeflacht und gleichfalls entsprechend verengert wird, um sich dann wieder allmählich zu vergrößern.



Figur 356. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schichtenbau des Darmes.* ***A*** *Querschnittstücke durch den Ösophagus eines jungen Tieres,* ***B*** *durch die »indifferente Magen-Region« vor Einmündung des Gallen-Ganges,* ***C*** *durch die typische Mitteldarm-Region;* ***D*** *Längsschnitt durch die Übergangsstelle vom Mittel- zum Enddarm;* ***E*** *Flächenbild eines Stückes der Darmwand.* (*1*) Quergestreifte Sphinctermuskulatur; (*2*) Lakune; (*3*) Zirkulärmuskulatur; (*4*) Muscularis mucosae; (*5*) adenoides Füllgewebe der Falte; (*6*) Falte; (*7*) Epithel; (*8*) Serosa; (*9*) Vene; (*10*) Lymphbalken; (*11*) Bindegewebs(bildungs)-Zelle; (*12*) Stratum compactum; (*13*) ventrale Körpermuskulatur, die sich als (*14*) Sphincter, analer Schließmuskel, dem Darm anlegt; (*15*) Falte; (*16*) Grube; (*17*) Gonade. (Nach Maas)

Hinter dem Velum folgt die Kiemen-Region oder vielmehr die Region des Kiemendarms, die bis zum Ductus oesophago-cutaneus nach hinten reicht. In ihrem vordersten Abschnitt zwischen Velum und eigentlicher Kiemen-Region ist die Mucosa in etwa 15 regelmäßige gerade Längsfalten gelegt, die, ohne in den Mund überzugehen, vorn am freien Hinterrand des Velums bienenwabenartig anastomisierend endigen. Das Epithel des eigentlichen Kiemendarms zeigt epidermalen Charakter und stellt, morphologisch, einen stark verlängerten Pharynx dar. Auch seine Schleimhaut weist viele schmälere Falten auf, von denen einige sich auf die zuführenden Kiemengänge fortsetzen oder mit deren Falten verschmelzen. Weiter hinten werden sie immer unregelmäßiger und hinter den ersten

2 Kiemenöffnungen nähern und entfernen sie sich voneinander, fließen zusammen oder bilden kurze, schmale Querbrücken, so daß auch hier wieder ein bienenwabenartiges Aussehen der Schleimhaut entsteht. In diesem Gebiet ist die Darmwand sehr dünn und die Schleimhaut nicht von ihr ablösbar wie im abdominalen Darmteil.

Hinter dem Ductus oesophago-cutaneus, der nicht unmittelbar in den Darm mündet, sondern in eine kleine, taschenartige Darm-Ausbuchtung, die sich im rechten Winkel zum Ductus in den Darm öffnet, *verändert die Schleimhaut stark ihren Charakter.*

Der nun folgende Darmteil ist wieder in 2 Abschnitte zu teilen: *den eigentlichen Ösophagus*, der sich vom Ductus oesophago-cutaneus bis zum Eintritt des Darmes in die Leibeshöhle erstreckt und 6 Falten hat, *und den* bis zur Öffnung des Gallenganges nach hinten reichenden »*Magen*«, der 1-schichtiges Entoderm aufweist. Der Darm erreicht unmittelbar vor der Gallengang-Öffnung seine engste Stelle, und wird hier eng umgeben von dem kardialen Teil des Musculus constrictor branchiarum et cardiae.

Der nächstfolgende, eine gerade, vollständig einheitliche Röhre bildende *abdominale Darmteil ist ein typischer Mitteldarm.* Durch ein medianes Dorsalmesenterium ist er an dem Dach der Leibeshöhle befestigt. Dorsal von ihm, ein wenig zur Rechten, liegt zu äußerst die Gonade, dann die Vena portalis und »am meisten gegen die Mitte zu) der ihn versorgende Nerv (der von Cole als (sogenannter sympathischer Nerv« bezeichnet wird). In mehr oder weniger regelmäßigen Zwischenräumen wird der Darm durch das Mesenterium mit arteriellem Blut versorgt. Die Vene ist sehr dünnwandig.

Bezüglich der Weite des Ernährungstraktes in seinen verschiedenen Teilen ist folgendes zu sagen:

Der Kiemendarm erweitert sich allmählich und erreicht seine größte Weite kurz vor dem Ductus oesophago-cutaneus, um sich darauf merklich zu verengern, in der unmittelbaren Nachbarschaft des Ductus abermals zu erweitern und hinter ihm und insbesondere dort, wo er vom Constrictor cardiae umgeben wird, sich jäh zum schmälsten Teil des ganzen Darmrohrs zu verschmälern. Hinter dem Constrictor cardiae erweitert er sich abermals allmählich bis zur Region des Gallenganges und verbreitert sich dort unvermittelt zur vollen Ausdehnung des Abdominaldarmes (Cole).

Der Darm ist glatt und zumeist rundlich im Durchschnitt. Seine äußere Wand bietet durch die starke Verzweigung der ihn versorgenden, sehr zahlreichen Gefäße, die ihn mit einem »lymphoidalen Mantel« umgeben, ein sehr reich gemustertes Bild. Diese »Zeichnung« begleitet ihn mit Ausnahme des allerletzten Enddarm-Abschnittes vor dem Anus, wo sie etwas einförmiger wird, wo also das lymphoide Gewebe fehlt, auf seiner ganzen Länge weiter, mit Ausnahme der dem hinteren Leber-Lappen benachbarte Partie, wo sie nach vorn zu ebenfalls einfacher wird, um eine Strecke hinter der Öffnung des Gallenganges vollständig aufzuhören.

Die Schleimhaut dieses Darmteils ist nur leicht mit der Submucosa in Verbindung und in etwa 10 vorragende longitudinale Zickzackfalten gelegt, die zumeist unmittelbar in die der Kloake übergehen, abgesehen von den Kloakalfalten, die dorsal vom After liegen und unabhängige Gebilde sind. Zwischen den ventral

vom After gelegenen schieben sich außerdem noch kleinere Sekundärfalten zwischen die großen, vom Mitteldarm kommenden ein. Nur wenige dieser Falten ziehen aber durch die ganze Darmlänge gerade durch, sondern sie gabeln sich und vereinigen sich manchmal dann auch wieder, bilden also längliche Schlingen. Gegenüber dem hinteren Leberende beginnt sich der Darm meist beträchtlich zu erweitern, wobei die Faltungen allmählich verstreichen, so daß kurz hinter der Öffnung des Gallengangs die Mucosa dünner und, wenn auch niemals vollständig, doch meist sehr stark glatt wird. Dagegen entwickeln sich etwa gegenüber der Einmündung des Gallenganges die Falten rasch wieder sehr beträchtlich, um kurz vor ihr wieder stark in das Lumen des Darmes hineinzuragen. Durch die Öffnung des Gallenganges wird eine der ventralen Falten vollständig unterbrochen. Der Zickzackverlauf der Falten wird durch ganz kurze Querfalten, die mit denen der benachbarten Falten alternieren, noch deutlicher hervorgehoben.

In bezug auf den feineren Bau können wir bei dem Darm von *Myxine* Linnaeus 2 große Regionen unterscheiden, die als pharyngealer und abdominaler Darm bezeichnet werden können. Der pharyngeale Darm, der (nach Maas) in 2 Teile zu gliedern ist — den weitaus längeren Kiemendarm und den sich daran anschließenden eigentlichen Ösophagus — und der sich vom Mund bis zum Eintritt des Darmes in die Leibeshöhle erstreckt, bildet fast $^1/_3$ der gesamten Darmlänge. Er wird von einem Schleimhaut-Epithel überdeckt, das den charakteristischen Bau der Epidermis aufweist und ist daher auch als außerordentlich verlängerter Pharynx aufzufassen. Es finden sich in dieser mehrschichtigen Mucosa beide Elemente der äußeren Haut; also die klaren, glasigen und die Körner-Zellen. Eine Muscularis mucosae, wie sie Maas beschreibt, besteht nach Cole nicht. Die Submucosa ist dicht fibrillär und führt zahlreiche Blutlakunen. Nach außen hin findet sich eine deutliche Lage ungestreifter zirkulärer Muskelfasern, die zwischen dem dichten Bindegewebe verlaufen und nicht an den Faltungen der Schleimhaut teilnehmen. Nach Schreiner hat die Mucosa eine Basalmembran. Ihre oberflächlichen, eine dünne, homogene Kutikula aufweisenden Zellen geben die Schleimreaktion.

Das Schleimhaut-Epithel des abdominalen Darmteils ist vollständig von dem des pharyngealen verschieden. Es ist nur 1-schichtig und weist weder glasige noch Körner-Zellen auf, dagegen zahlreiche Zellen, die stark körnige, einzelne Drüsen-Zellen darstellen. Der freie Rand des Epithels ist gestreift. Es hat keine gleichmäßig ebene, sondern mit Grübchen versehene Oberfläche (»pockennarbig« nach Cole) und ist sehr leicht von der Submucosa zu trennen, da sich zwischen den beiden Schichten ein ausgedehnter Lymphsinus findet. Die (von Maas und Schreiner) beschriebene dünne Basalmembran bestreitet Cole. Ebenso die Muscularis mucosae, die auch für diesen Teil von Maas angeführt wird.

Nach außen folgt dann eine dichte Schicht von Bindegewebe, das Stratum compactum, und auf dieses der lymphoide Teil der Submucosa, der wieder durch schwache, ungestreifte, nicht longitudinale Muskulatur und die Serosa mit dem ihr anhaftenden Bindegewebe umgeben wird. Die sehr gefäßreiche lymphoide Submucosa setzt sich in die Falte der Mucosa fort. Sie weist Pakete von Lymph-Zellen auf, die (nach Cole) in allen Teilen dieser Schicht und rund um diese in Venen jeder Größe vorkommen, nicht (wie Maas angibt) bloß in den peripheren Gebieten und dort insbesondere um die engeren Venen dieses Gewebes, das von ihm als diffuse Milz angesehen wird. Nach dem eben genannten Autor ähneln die lymphoiden Zellen den freien, farblosen Blutkörperchen, denen sie (auch nach Coles Ansicht) zweifellos den Ursprung geben (im Gegensatz zu den roten Blutkörperchen, deren Jugend-Stadien niemals im bindegewebigen Netzwerk des Darmes zu finden sind). Eine Funktion dieser lymphoiden Zellen als Bildner der weißen Blutkörperchen findet auch dadurch einen Beweis, daß sich jugendliche Stadien der Leukozyten immer in dem bindegewebigen Netzwerk des Darmes finden und daß die von dem lymphoiden Gewebe umgebenen Venen stets einen Überfluß von Leukozyten aufweisen. Das gegen das Lumen gekehrte, die Schleimreaktion gebende Ende der Zellen weist bei *gesunden Tieren* immer zahlreiche Fett-Tröpfchen auf.

Der abdominale Darm ist, wie schon erwähnt, während seines ganzen Verlaufs von einheitlicher Struktur, zeigt aber doch dadurch eine gewisse Unterteilung, daß der unmittelbar oder kurz nach dem Gallengang folgende Teil, der auch nahezu frei von Falten ist, eine starke Erweiterung aufweist und weiter, daß am Hinterende des abdo-

minalen Darmes die Mucosa in zahlreiche sekundäre Falten gelegt ist, an denen die Submucosa keinen Anteil hat. Maas unterscheidet 3 Teile des abdominalen Darmes: (1) den Magen, der vom Beginn des abdominalen Darmes bis zur Einmündung des Gallenganges reicht; (2) den den weitaus größten Teil des abdominalen Darmes (fast $^2/_3$ des ganzen Darmes) bildenden Mitteldarm und (3) den kurzen Enddarm. Die Bezeichnung des 1ten dieser Teile als Magen verwirft Cole mit der Begründung, daß die Einmündung des Gallenganges keinerlei Grenze in der Struktur des Darmes bezeichnet, daß diese Abgrenzung daher eine rein willkürliche sei. Er erwähnt epitheliale Gruben in dieser Region, deren Vorhandensein Maas leugnet, bestreitet dagegen seinerseits die Drüsen-Zellen und die Muscularis mucosae, die von Maas auch für diesen Darmabschnitt als charakteristisch geschildert werden.

Der präbranchiale Darm unterscheidet sich in der Struktur vom branchialen hauptsächlich dadurch, daß seine Submucosa weniger gefäßreich und dichter ist und noch weniger ungestreifte zirkuläre Muskelfasern aufweist. Im hintersten Teil des Branchialdarmes erscheint auf eine kurze Strecke auswärts von der Submucosa eine neue Schicht, die durch eine breite Zone von Fettgewebe gebildet und ihrerseits wieder von einer Lage ungestreifter Muskeln umgeben wird.

Der Übergang des branchialen Darmes zum abdominalen ist durch ein Dünnerwerden des Epithels, durch Abnahme der Schleim-Zellen, die in ihrer Funktion durch Oberflächen-Zellen ersetzt werden, durch das allmähliche Auftreten des gestreiften Randes und die charakteristischen Einzeldrüsen gekennzeichnet. An Stelle der Submucosa tritt hier das »Stratum compactum«. Die ungestreifte Muskulatur nimmt zu und zwischen ihr und dem Stratum compactum schaltet sich die eben erwähnte dicke Zone von fettem, lymphoidem Gewebe ein.

Der Übergang des abdominalen Mitteldarmes in den Enddarm wird (wie schon erwähnt) durch das Mehrschichtigwerden des Epithels gekennzeichnet, das gleich bedeutend dünner wird, um gegen den After hin durch Verlust der Drüsen-Zellen und des gerieften Randes abermals an Dicke zuzunehmen. Dabei entspricht das Abdominal-Epithel der allmählich erhöhten, oberflächlichen Zellschicht des Kloaken-Epithels, das auf eine kurze Strecke frei von glasigen und Körner-Zellen ist, die sich dagegen in dem von Burne als »anale Schleimdrüse« bezeichneten Raum der Kloake in der Nähe der Kloakenöffnung außerordentlich zahlreich finden.

Das Stratum compactum des Mitteldarmes, das an seinem hintersten Abschnitte keine lymphoiden Zellen und kein netzförmiges Fettgewebe aufweist, geht allmählich in die dichte, faserige Submucosa des Enddarms über.

Statt der ungestreiften Muskulatur des Mitteldarms tritt ein primitives Gewebe auf, das einer außerordentlich einfachen Form von Knorpel ähnelt. Es umgibt den ganzen Enddarm, ausgenommen die hintere Ausdehnung der Körperhöhle und der Segmentalgänge. Dieses Gewebe findet sich bei *jungen Tieren* noch nicht, bei denen auch hier ungestreifte Muskulatur vorhanden ist.

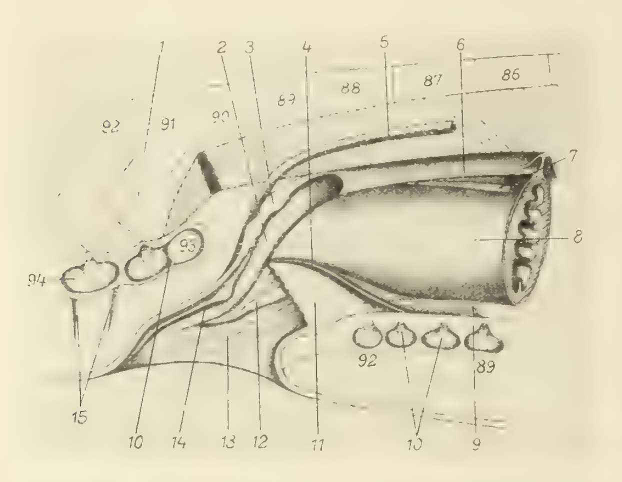
Enddarm, Kloake

Der Enddarm ist leicht vom Mitteldarm durch seine scharfen, etwas unregelmäßigen Falten zu unterscheiden, die keine lymphoide Umhüllung haben und denen des Vorderdarms durch ihre aus mehreren Zell-Lagen bestehende Auskleidung ähnlich sind. Die Begrenzung der Kloake ähnelt mehr dem Epithel der äußeren Haut.

Sie bildet einen langgezogenen, seitlich zusammengepreßten Längsschlitz in der 2ten Hälfte des Körpers. Der After öffnet sich in sie vorn und ventral durch eine große, runzlige Öffnung. Die obere Rektalwand setzt sich hinten quer über die Kloake gegen die Seiten hin fort; jedoch nicht in der Mittellinie, wodurch die Kloake unvollständig in einen dorsalen und ventralen Raum geteilt wird, die beide Falten besitzen. Die einen von diesen stellen die hintere Fortsetzung des gefalteten Randes des Genitalporus dar, die anderen die unmittelbare Fortsetzung der Rektalfalten.

Der ventrale Raum nimmt (wie schon erwähnt), den After auf, während der dorsale vorn und dorsal vom After den einfachen, deutlich sichtbaren, runden, von einem dicken bindegewebigen Band umgebenen Porus genitalis (Porus abdomi-

nalis) aufnimmt, von dem geradeaus zum hinteren Kloakenende ein schmaler, aber deutlich sichtbarer dorsaler Mediangrat hinzieht. Er trägt ungefähr in der Mitte seines Verlaufs eine Verdickung, die Urinar-Papille. Sie besitzt 2 kleine unsymmetrische Öffnungen, die Ausführungen der Segmentalgänge (Ductus segmentales), von denen die linke stärker erscheint und deutlich vor der rechten liegt. Porus genitalis, Anus und Harnleiter öffnen sich also bei den *Myxiniden* in diesem gemeinsamen Kloakalraum, ohne daß ein Urogenitalsinus wie bei *den Petromyzoniden* gebildet würde.



Figur 357. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Ansicht des Kloakalgebietes* von der rechten Seite. *Myotome und Schleim-Säcke von vorn nach hinten nummeriert, Sphincter cloacae und rechte Wand der Kloake, der Körperhöhle und des Abdominalporus entfernt.* (*1*) Musculus parietalis; (*2*) Porus genitalis (Porus abdominalis); (*3*) verdicktes fibröses Band, das den Porus genitalis umgibt; (*4*) Schiefe, hintere dorsale Ausdehnung der ventralen Verschmelzung des Rectums mit der Körperwand; (*5*) Ductus segmentalis; (*6*) medianes, dorsales Mesenterium; (*7*) »Testisband« der hermaphroditischen Gonade; (*8*) Rectum; (*9*) ventrale Verschmelzung des Rectums mit der Körperwand, die ein rudimentäres medianes ventrales Mesenterium bildet; (*10*) Schleimsäcke; (*11*) Anus; (*12*) Hinterende des Anusdaches, durch das die Kloake teilweise in 2 Kammern geteilt wird; (*13*) Kloake; (*14*) Harnpapille und Öffnungen; (*15*) Flossenstrahlen aus weichem Knorpel. (Nach Cole)

An dem Segmentalgange sind auch 2 Teile zu unterscheiden, die mit denen des Darmes in der gleichen Körpergegend gewisse Übereinstimmungen aufweisen: (1) ein vorderer Hauptteil, der durch eine einzige Zell-Lage umgrenzt wird. Er öffnet sich genau dort, wo der Mittel- in den Enddarm übergeht. (2) Der 2te Teil ist der ausgedehntere Endgang (Ductus terminalis), der durch mehrschichtiges Epithel bedeckt wird. Nur in diesem Abschnitt treten auch die glasigen Schleim-Zellen auf, die für die Epidermis des Tieres charakteristisch sind. Er biegt unter den Sphincter cloacae und öffnet sich, abwärts und nach hinten ziehend, in der schon erwähnten Urinarpapille.

Der Porus genitalis wird (nach Burne, der die Kloake *der Myxiniden* zuerst genauer untersucht hat) von einer großen diffusen Drüse umgeben, die er für eine modifizierte Schleimdrüse erklärte. Die normalen Schleimdrüsen des Körpers fehlen ja gerade in den Kloakalsegmenten, und diese tiefgelegene, durch mehrere Ausführungsgänge am Rande des Porus sich öffnende Drüse dürfte (nach Burnes Ansicht) entweder den Porus während der Ei-Ablage schlüpfrig zu machen oder ihn durch eine wachsartige Sekretion zu verschließen haben.

Dieser anale Schleimsack ist (nach Cole) nichts anderes als der von ihm beschriebene Dorsalraum der Kloake, der sich erst ziemlich spät beim *erwachsenen Tier* durch Entwickelung von Faden-Zellen, wie sie in den lateralen Schleimsäcken vorkommen, zum schleimführenden Raum, also tatsächlich zu einer Art Schleimsack umwandelt. Das, was Burne als einen Halbkreis von Öffnungen aus diesem Schleimsack bezeichnet hat, sind (nach Cole) nur die Räume zwischen den Falten dieses Schleimsackes. Mit den lateralen Schleimsäcken ist dieser Raum jedoch nicht zu homologisieren.

Der Porus genitalis (Porus abdominalis) bricht (nach Cole) gleichfalls erst spät durch. Bei *jungen, aber sonst ganz erwachsenen Tieren* ist er noch verschlossen und ein Zell-Pfropf deutet die Stelle an, wo er dann später in die Kloake durchbricht.

Darm der Petromyzoniden

Der Darm der Petromyzoniden besteht aus 5 Abteilungen: der Mundhöhle, dem Pharynx, dem Schlund, dem eigentlichen Darm (Mitteldarm) und dem After (Endteil). Die Mundhöhle wird durch vielschichtige Epidermis ausgekleidet, die in ihrer Anordnung der der Haut entspricht, jedoch keine Körner-, Schleim- und Keulen-Zellen, sowie keine Pigmentschicht besitzt. Auf einer Basalmembran sitzen zunächst zylinderförmige Zellen auf, während die oberen Zell-Schichten mehr polygonal werden. Die oberste Zellen-Lage wird durch eine ziemlich derbe, sehr schwach gestrichelte Kutikula abgeschlossen. Sinnes-Zellen sind sehr selten.



Figur 358. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Obliteration des Vorderdarms.* (*1*) Vorderdarm (Schlund-Rohr); (*2*) Musculus pharyngeus posterior; (*3*) Wasser-Gang; (*4*) Velum (im engeren Sinn). (Nach Weissenberg)

Der vom Vorderende des Zungenstempels bis zur Orbital-Region reichende Pharynx bildet einen sich hart an die Schädelbasis anlegenden engen, von 2- oder mehrschichtigem Epithel ausgekleideten Kanal. Die Zellen des Grundes dieses Epithels sind wieder zylindrisch, die oberen dagegen abgeplattet und der sie abschließende Kutikularsaum ist deutlich gestrichelt. Sinnes-Zellen sind auch hier nur sehr wenige vorhanden. An seinem Hinterende mündet der Pharynx in den dorsal verlaufenden Ösophagus und den ventral unter ihm liegenden Wassergang. Der Ösophagus stellt einen aus einer Dorsalleiste des Kiemendarmes von *Ammocoetes* zunächst als massiger Wulst entwickelten engen, im Innern mit Längsfalten versehenen, mit wimperlosen Zylinder-Zellen ausgekleideten Kanal dar.

Die bedeutenden, tiefgreifenden Veränderungen, die die vorderen Teile des Darm-Systems der *Petromyzoniden* besonders während der Metamorphose erfahren, lassen es als notwendig erscheinen, zunächst die Entwickelung und Ausbildung dieser Organe *während des Larvenlebens* zu erörtern, da daraus erst die Verhältnisse beim *ausgewachsenen, jungen Tier* voll verständlich werden.

Vorderdarm

Vorderdarm der Petromyzoniden während der Metamorphose und beim erwachsenen Tier. — Bei der Umwandlung des *Ammocoetes* in *das definitive Tier* wird der kraniale Teil des Vorderdarms (nach Keibel) neu gebildet. Bald nach Beginn der Metamorphose verschließt sich der Darm an seinem Übergang vom Kiemendarm in den schon bei *der Larve* angelegten Teil des Vorderdarms, so daß in diesem Stadium keine Nahrungsaufnahme durch den Darm erfolgen kann, da der sich sekundär bildende kraniale Vorderdarm zunächst noch solid ist. Das gleiche gilt auch von den *reifen Tieren.*

Bei *jungen Ammocoetes* findet sich im dorsalen Teil der 8ten Kiementasche der Übergang des Kiemendarms in den eigentlichen Vorderdarm. An dessen Beginn liegen 2 kleine Ausstülpungen hintereinander, die nach ihrem 1ten Beobachter die Goettischen Taschen genannt und als Rudimente weiter kaudalwärts folgender Kiementaschen gedeutet werden. Dafür spricht wohl auch, daß der kraniale Teil ihres Epithels dem der

Kiementaschen entspricht. Erst in der Tiefe der Taschen verwandelt sich dieses Epithel in das des *lavalen Vorderdarms.* Das Darm-Epithel wird beim Übergang vom Kiemendarm in *den larvalen Vorderdarm* deutlich höher.

Vor dem Übergang in den Mitteldarm weist das Vorderdarm-Epithel, das aus Becher-Zellen besteht, hohe Flimmer-Zellen auf und läßt sich scharf abgrenzen gegen das des Mitteldarms, das sich auch färberisch anders verhält. Der Vorderdarm wulstet sich leicht in den Mitteldarm vor, dessen Lumen an dieser Stelle um ein Mehrfaches größer ist als das seine. Nach hinten zu ist das Epithel des Mitteldarmes in diesen Stadien noch stark mit Dotterblättchen gefüllt. Die Vorwulstung des Vorderdarmüberganges in den Mitteldarm wird beim Durchgang von Nahrung ausgeglichen und der Vorderdarm geht dann trichterförmig in den breiteren Mitteldarm über.



Figur 359. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Mitteldarm.* (*1*) Spiralfalte; (*2*) Schleimhaut-Arterie; (*3*) Vene; (*4*) Schleimhaut-Längsfalten; (*5*) Propria; (*6*) Muscularis; (*7*) Serosa; (*8*) Arterie, (*9*) Vene der Spiralfalte. (Nach Krause)

In einem etwas späteren Stadium beginnt sich im Mitteldarm die Spiralfalte zu entwickeln, von der später noch gesprochen werden soll.

Schon bei *Beginn der Metamorphose* kann man 2 Teile des Vorderdarms unterscheiden: (1) den an den Pharynx anschließenden vorderen kranialen und (2) den durch die Umbildung der dorsalen Leiste entstehenden, der in den schon larval vorgebildeten, hinter ihm liegenden Vorderdarmteil, den hinteren (kaudalen) Teil des Vorderdarmes übergeht.

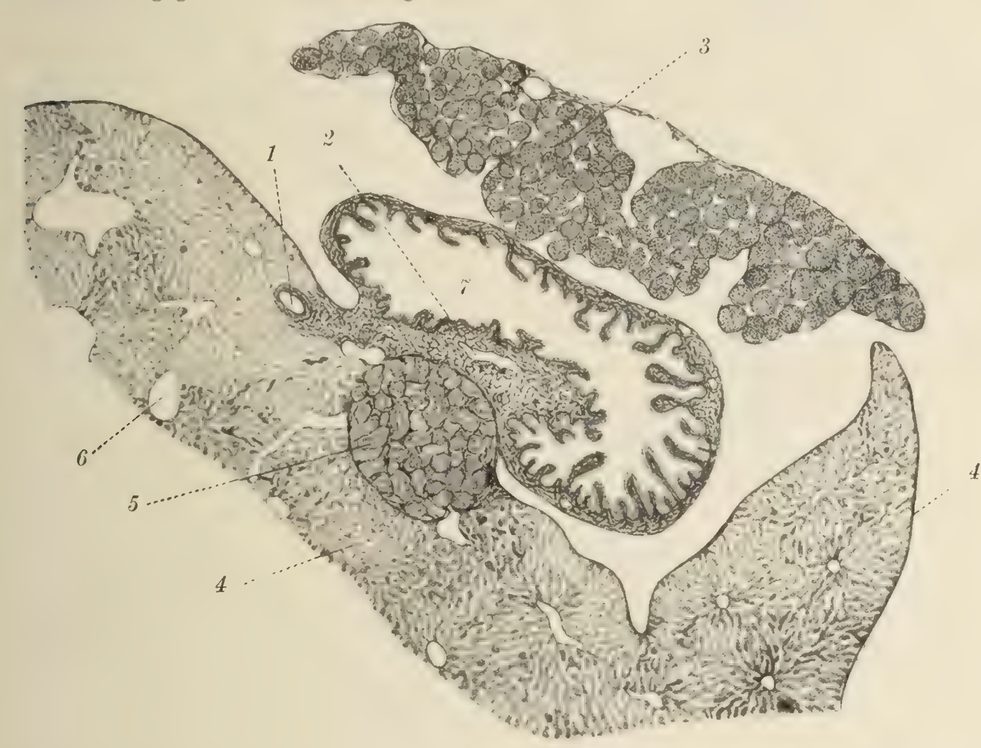
Dieser Kaudalteil des Vorderdarms zieht, teils mit einem Mesenterium ausgestattet, teils ohne ein solches, durch das Zölom-Gebiet des Herzens, den späteren Herzbeutel, und ist durch einen Strang, in dem der Ductus choledochus, die Arteria coeliaca und einige Venen liegen, mit der Leber verbunden (siehe Leber). An der vorderen Grenze des Mitteldarms, der keine Flimmer-Zellen im Epithel aufweist, mündet links mit ganz enger Mündung der Ductus choledochus ein, der hohe Geißeln trägt und vereinzelte Pankreasknospen, aber keine Wucherungen an seinem kaudalen Ende aufweist.

Das Pankreas ist einheitlich, nirgends in die Leber eingebettet und hat an der Einmündung des Ductus choledochus eine Lücke, so daß es keinen Ring, sondern nur eine Spange bildet. Die schon erwähnte Spiralfalte beginnt unmittelbar nachher auf der linken Seite. Während dann das dorsale Hinterende der Dorsalleiste ventral etwas anschwillt, beginnt sich der imaginale Vorderdarm zu bilden. Zunächst apikal im Gebiet der 1ten rudimentären Kiementasche und in Form von Epithel-Leisten, die an der Dorsalwand des hinteren Wassergangteils in der Gegend der letzten Kiementaschen liegen und aus vielschichtigem Platten-Epithel bestehen. Bei *fortschreitender Metamorphose* erstrecken sich diese Leisten weiter nach vorn. Sie sind, entsprechend den Kiementaschen, zunächst segmentiert. Dabei ist festzustellen, daß das Epithel des endgültigen Darmes aus dem Epithelteil der dorsalen Leiste gebildet wird, Muskulatur und Bindegewebe aus den mesodermalen Teilen, dem Mesenchym der Dorsalleiste.

Hierauf verliert der Darm an der Grenze zwischen der imaginalen und larvalen Vorderdarm-Anlage sein Lumen. Die Spiralfalte reicht in diesem Stadium bis zur Einmündungsstelle des Ductus choledochus. Ihr Beginn zieht sich allmählich auf die rechte Seite des Darmes. Der Ductus choledochus endet nunmehr blind und entwickelt durch lebhafte Wucherung das Pankreas weiter, schließt vor allem dessen schon erwähnte Klammer zum Ring. *Im weiteren Verlauf,* zur Zeit, wenn die larvalen Mundzirren schon

in vollkommener Zurückbildung begriffen sind und auch in der Mundpartie die endgültigen Verhältnisse eintreten, mündet der Ductus choledochus überhaupt nicht mehr in den Mitteldarm ein. Zugleich finden sich auch schon Pankreaswucherungen am hintersten Abschnitt des Vorderdarms.

Auf der Spiralfalte treten nun kleinere, sekundäre Faltungen auf, das kaudale Ende des Pankreas wächst in die Leber vor und liegt schließlich ganz in der Leber. Zu dieser Zeit beginnt sich auch das Lumen der Speicheldrüsen und Speichelgänge zu entwickeln. Der imaginale Vorderdarm hat im Bereich des Wasserganges ein wohlausgebildetes Lumen mit hohen Falten, auch der solide Teil des Vorderdarms zeigt Lappungen. Der vordere Teil des Pankreas verschwindet nahezu gänzlich. Die Falten verstreichen gegen die Einmündung des Vorderdarms in den Mitteldarm zu.



Figur 360. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Mitteldarm, ventrales Pankreas und Leber.* (*1*) Arterie; (*2*) Spiralfalte; (*3*) Hoden; (*4*) Leber; (*5*) ventrales Pankreas; (*6*) Vene; (*7*) Mitteldarm mit der im Auftreten begriffenen Spiralfalte (*2*). (Nach Krause)

Unmittelbar vor der Beendigung der Metamorphose haben wir also einen teilweise soliden Vorderdarm, der Faltungen und Lappungen aufweist, die gegen den Mitteldarm zu verstreichen. Seine Übergangsstelle ist deutlich kenntlich. Auf der rechten Seite des Mitteldarms beginnt die gleichfalls mit sekundären Faltungen versehene Spiralfalte. Der Ductus choledochus ist vollständig vom Darm getrennt, im Pankreas ist ein kranialer und kaudaler Teil zu erkennen. Dieser ist in die Leber eingebettet, doch deutlich von ihr unterschieden.

Vom Ende der Verwandlung bis zur Geschlechtsreife setzt sich dann die Lumenbildung im imaginalen Vorderdarm immer weiter fort.

Während der Metamorphose ergeben sich in der vorderen Darm-Region also kurz folgende Veränderungen. Der imaginale Vorderdarm ist zunächst einfach und solide. Dann entwickelt er Wülste, die in Faltungen übergehen. Später entsteht ganz im vorderen Abschnitt das Lumen, das sich allmählich weiter kaudalwärts erstreckt bis zum Übergang des imaginalen in den larvalen Vorderdarm-Abschnitt, wo der Wassergang aufhört. Dort finden sich zahlreiche Vakuolen. Der Vorderdarm und Mitteldarm gehen zeitweise weniger scharf ineinander über. Diese Grenze wird zum Schluß aber sehr deutlich. Der Ductus choledochus mündet zunächst an der linken Seite dieser Übergangsstelle, seine

Einmündung rückt aber später auf die rechte Seite hinüber. Zugleich mit ihm wandert auch der Beginn der Spiralfalte, der dicht dahinter gelegen ist, nach rechts.

Von einem Magen im Vorderdarmgebiet kann man (nach der Ansicht Keibels entgegen der anderer Autoren) *auch bei den Petromyzoniden* nicht sprechen.

Während der Vorderdarm *des erwachsenen Tieres* ein deutlich ausgeprägtes, mehrschichtiges Platten-Epithel zeigt, weist der Mitteldarm dagegen ein mehrschichtiges Flimmer-Epithel auf.

Sowohl beim *reifen Bach-* wie beim *geschlechtsreifen Fluß-Neunauge* stellt schließlich der kaudal von der trichterförmigen Erweiterung des Eingangs gelegene Vorderdarm einen lumenlosen Strang dar, dessen Epithelblätter fest verlötet sind, der also funktionslos geworden ist. Mit dem Unterschied, daß beim *Bachneunauge* die Entwickelung des ursprünglich solid angelegten imaginalen Vorderdarms zum Hohlschlauch überhaupt nicht durchgeführt wird, während es sich beim *Flußneunauge* um den sekundären Verschluß des während der Zeit vom Ende der Metamorphose bis kurz vor den Beginn der Laichzeit hohl gewesenen, also vollständig normal funktionierenden Vorderdarms handelt. Die Verhältnisse beim *Bachneunauge* stellen also eine Überspringung dieser Funktions-Zeit des Darmes dar. Die Schließung des Vorderdarms erfolgt teils durch eigene Formung (starke Zellwucherung im Inneren), teils durch Druck und Zug der Umgebung, und zwar vor allem durch eine Kontraktion des Musculus pharyngeus posterior, weniger der 3 Schlundsegelmuskel (Musculus velo-pharyngeus, velo-hyomandibularis externus und internus).

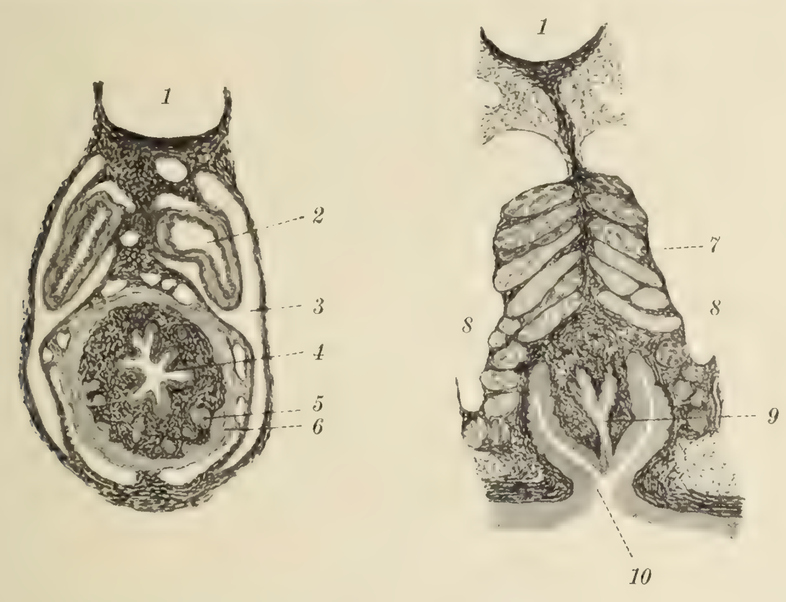
Mitteldarm, Enddarm

Das blinde Vorderende des Mitteldarms des erwachsenen Tieres ist mit dem blinden Ende des Schlundes durch eine quere Anastomose in Verbindung. Im ganzen Mitteldarm ist die Darmschleimhaut stark längsgefaltet, im vordersten Teil in weiten Falten; hinter der Leber werden diese Falten immer dichter und ganz regelmäßig. In den Mitteldarm ragt sehr tief die mächtige Spiralfalte hinein, die im Querschnitt kolbenförmig (oder vielmehr infolge der sekundären Faltung ihrer Oberfläche) morgensternartig ist, von der Ventralwand des Darmes ausgeht und in deren Innerem eine Arterie und eine Vene verläuft. Das die Darmschleimhaut überziehende Epithel ist im Leber-Abschnitt ein einfaches, aus typischen Flimmer-Zellen bestehendes Zylinder-Epithel. In diesen schieben sich hinter der Leber-Region auch flimmerlose, an der freien Oberfläche mit schmalem Kutikularsaum versehene Zellen, die Körner-Zellen, die zahlreiche, oft recht große, stark azidophile Körner enthalten, zwischen die Flimmer-Zellen ein, aus denen sie wohl dadurch hervorgehen, daß diese ihren Flimmerbesatz verlieren und die Körner vermehren, die sodann wieder ausgeschieden werden, worauf die Zellen sich wieder zu Flimmer-Zellen umbilden.

Die Darmpropria besteht aus verästelten, miteinander anastomisierenden Bindegewebs-Zellen. Sie ist in der Spiralfalte und den peripheren Schichten von starken kollagenen Faserbündeln durchsetzt und enthält die für den Darm bestimmten Blutgefäße sowie ein reich mit ziemlich großen multipolaren, umkapselten Ganglien-Zellen besetztes sympathisches Nervengeflecht. — Außen wird sie von einer Schicht aus dünnen glatten Muskel-Zellen umgeben, die ihrerseits wieder gegen die Leibeshöhle von einer aus einer einfachen Lage kubischer Zellen bestehenden, auch die Leibeshöhle auskleidenden Serosa geschieden werden.

Der Mitteldarm liegt frei in der Leibeshöhle.

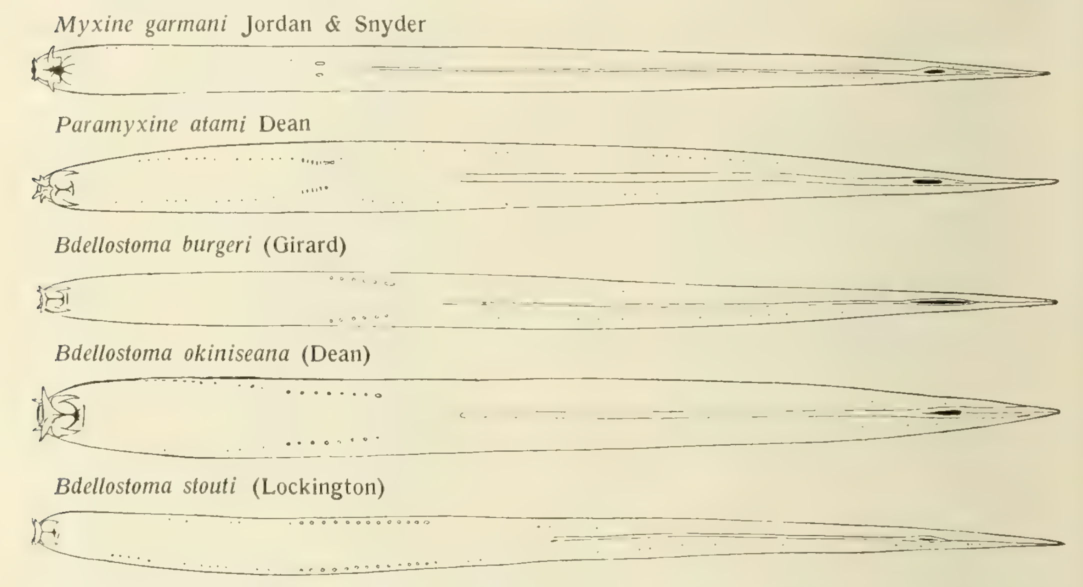
Das kurze Stück des Darmes vom Hinterende der Spiralfalte bis zum After ist der Enddarm, der durch das interrenale Bindegewebe zunächst dorsal, weiter hinten auch durch ein ventrales Mesenterium an die Leibeshöhlenwand befestigt wird, wodurch diese in 2 symmetrische Hälften geteilt erscheint, in die von der dorsalen Seite die Harnleiter hineinragen. Enddarm und Harnleiter haben eine starke Propria und eine kräftige glatte Muskelschicht (Muscularis). Dadurch, daß die Harnleiter sich dem Enddarm immer mehr nähern, verschmelzen schließlich ihre bindegeweblichen und muskulösen Wandbestandteile miteinander. Zugleich



Figur 361. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* Linnaeus: *2 Schnitte durch Enddarm und Afterpfropf.* (*1*) Schwanzvene; (*2*) Harnleiter; (*3*) Bauchhöhle; (*4*) Enddarm; (*5*) glatte Längs-, (*6*) glatte Ringmuskulatur des Enddarmes; (*7*) quergestreifte Muskulatur des Afterpropfes; (*8*) Lymphsinus; (*9*) Urogenitalsinus; (*10*) After. (Nach Krause)

treten in dem die Leibeshöhle nach außen abschließenden Bindegewebe quergestreifte Muskelfasern auf, die 2 starke muskulöse Halbringe bilden, wodurch der Afterpfropf gebildet wird, der dorsal mit dem die Schwanzvene umgebenden Bindegewebe, ventral durch sein eigenes Bindegewebe mit der Kutis der Bauchwand in Verbindung steht und von der seitlichen Körperwand durch einen weiten Lymphsinus getrennt wird. Zu äußerst ist er von einer dicken Schicht quergestreifter, zu kleinen, durch Bindegewebe getrennten Bündelchen zusammengeschlossener, von dünner Bindegewebsschicht umhüllter Muskellage umgeben. Auf diese folgen die beiden den Rest der Leibeshöhle darstellenden Peritonealkanäle und median von ihnen, durch starke Massen glatter Muskelfasern und Bindegewebe umgeben, in der Dorsalhälfte die beiden Harnleiter, in der ventralen der Enddarm. Noch weiter hinten vereinigen sich die beiden Harnleiter und die beiden Peritonealkanäle miteinander zu dem einen transversalen Spalt bildenden Urogenitalsinus, der dorsal vom Enddarm liegt. Dieser geht ventralwärts in die eine Einsenkung der äußeren Haut bildende Afterspalte zur Bildung des Afters über, in den der zentrale den Urogenitalsinus umschließende Teil des Afterpfropfens, der eigentliche, in seiner Mitte durch den feinen Mündungskanal des Urogenitalsinus durchbohrte Afterpfropf, hineinragt.

Das im Vorderteil noch Flimmern besitzende Epithel des Enddarms hat keine Körner-Zellen mehr. In der Nähe des Afterpfropfens verlieren seine Zylinder-Zellen ihre Flimmern und zeigen starke Schleimsekretion in ihrem distalen Teil. Im Afterpfropf selbst tritt an dessen Stelle ein mehrschichtiges Übergangs-Epithel, dessen tiefste Schicht aus Zylinder-Zellen besteht, auf die mehrere Schichten unregelmäßiger Zellen folgen. In diese ragen die Distal-Zellen mit Fortsätzen hinein. Im After erfolgt der Übergang dieses Epithels in das der äußeren Haut. In der Propria des Enddarms verstreichen allmählich immer mehr die Falten und nehmen auch an Zahl ab. Sonst ist sie gleich gebaut wie die des Mitteldarms.



Figur 362. Cyclostoma. — *Die Kiemen-Öffnungen verschiedener Cyclostomen.* Von unten gesehen. (Nach Dean)

Kiemen der Myxiniden

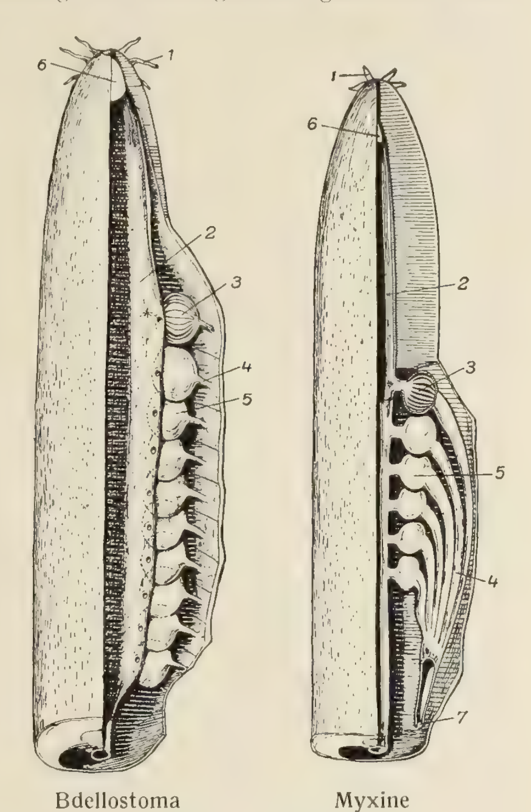
Die knorpeligen Träger des Kiemen-Apparates *der Cyclostoma* sind bereits unter Skelett beschrieben worden.

Der Kiemen-Apparat besteht im wesentlichen bei *allen Hyperotreti* aus einer Anzahl von hintereinander gelagerten zäpfchenartigen Räumen auf jeder Körperseite, die mit dem Schlunde in Verbindung stehen und durch einen oder mehrere Kanäle nach außen münden. Die Anzahl dieser paarigen Säckchen sowie der Ausmündungsgänge ist bei *den verschiedenen Gattungen und Arten* verschieden (siehe Figur 362, 363, 366).

Bei *Bdellostoma* Johannes Müller werden die einzelnen Kiemenräume (von Jackson) als linsenförmige, seitlich zusammengepreßte, an der Innenfläche konkave, an der Außenfläche konvexe, etwas elliptische Taschen beschrieben, deren Längsachse dorsoventral geht. Der zuführende Kiemengang tritt in der Mitte der konkaven inneren Kiemenwand ein, der ausführende wird ungefähr vom Mittelpunkt der konvexen äußeren Wand abgegeben. Die Verbindungslinie von beiden bildet die Kiemenachse.

Die schleimige Membran der Innenwand ist zu einer Anzahl von Platten gefaltet (etwa 20), die parallel zur Kiemenachse stehen und radiär gegen den Mittelpunkt zugehen. Es sind große und kleine Platten vorhanden: die kleinen

erstrecken sich nur über eine kurze Entfernung von der Wand und füllen die Zwischenräume zwischen den Basen der anderen großen Kiemenplatten aus. Jede Platte ist wieder in Falten gelegt, die in der Nähe der Basis nur kurz, dagegen im Gebiet des Kiemenmittelpunktes außerordentlich stark entwickelt sind und durch die eine sehr bedeutende Vergrößerung der Atmungsfläche geschaffen wird. Der starke freie zentrale Rand dieser Platten ist sowie seine ebenfalls starke angewachsene Basis nur wenig gefaltet. Diese beiden Teile scheinen hauptsächlich als Stütze oder Träger für die außerordentlich dünnen Kiemenblättchen (respiratorischen Blättchen) zu dienen. Die innere Oberfläche der Kiemenwand und die eben erwähnten dickeren Stützteile der Kiemenblätter sind mit einem geschichteten Epithel, die feinen Kiemenblättchen mit dünnem Pflaster-Epithel bedeckt, dem eine dünne Bindegewebsschicht anliegt, die die Blutgefäße umgibt. Äußerlich wird die Wand der Kiementaschen durch eine doppelte Lage gestreifter Muskeln zusammengesetzt, von denen die äußere ringförmige, die innere longitudinale Fasern aufweist. Diese Muskelschicht umgibt eine dünne seröse Membran, die die lymphatischen Peribranchialräume begrenzt.

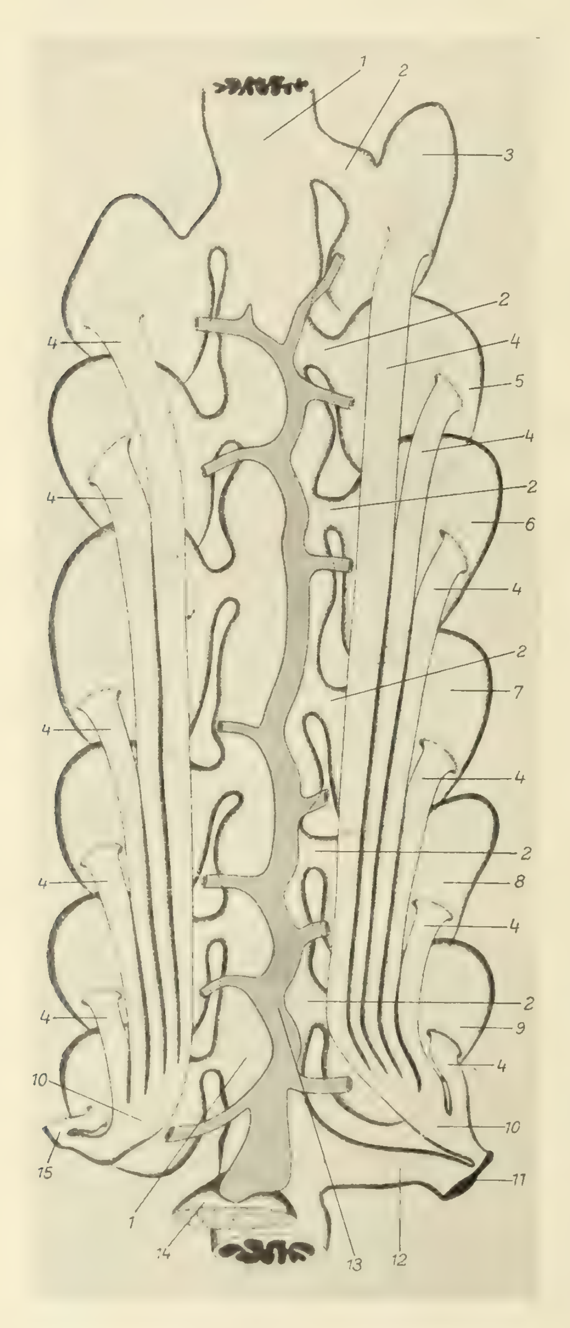


Figur 363. Cyclostoma. — *Anordnung der Kiemen*, von links gesehen. (*1*) Barteln; (*2*) Grenz-Membran des Schlundes; (*3*) Kiemen-Sack, so aufgeschnitten, daß die Felderung seiner Grenz-Membran sichtbar ist; (*4*) äußerer Kiemen-Gang; (*5*) Kiemen-Sack; (*6*) Mund-Öffnung; (*7*) gemeinsame Öffnung der äußeren Kiemen-Gänge der einzelnen Kiemen-Säcke. Der * bezeichnet die innere Kiemen-Öffnung. (Nach Dean)

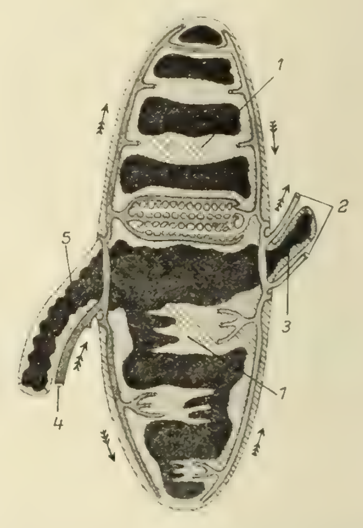
Im allgemeinen Bau der Kiemensäckchen finden sich bei *allen Myxiniden-Gattungen* im großen und ganzen dieselben Züge. Nach Beobachtungen Coles an *Myxine* Linnaeus können die radialen Epithelausstülpungen mehrmals dichotomieren; ebenso auch die sekundären seitlichen Faltungen dieser Blätter.

Jedes Kiemenblatt enthält ein Gefäß, das sich außerordentlich reich gegen das Zentrum der Kieme zu verästelt. Die Gefäße bilden ein richtiges Kapillar-System in den Kiemen. Die zuführenden Radialgefäße verbinden sich entweder quer durch die Kiemenblättchen mit den ausführenden als einziges Gefäß oder sie greifen, was häufiger ist, fingerförmig zwischen diese ein. Die Wände beider Gefäße enthalten eine geringe Anzahl ungestreifter Muskelfasern; die der zuführenden Gefäße haben außerdem große, in die Höhlungen der Radiärgefäße vorspringende, sehr scharf durch bestimmte Zwischenräume voneinander getrennte Zellen mit einem oder 2 großen, blasigen Kernen und einer Anzahl gelbbrauner Körperchen im Zytoplasma, die (nach Ansicht Coles) eine Art von Blutdrüsen und den Ursprungsort der roten Blutkörperchen bilden. Außer den zu- und ausführenden Arterien enthält das Kiemenbindegewebe nicht bloß in der Kiemenwand, sondern auch in den gröberen Teilen der Kiemenblättchen auch eine große Anzahl unregelmäßiger, mit flach-kerniger Begrenzung versehener Lymphräume, die gewöhnlich nur wenige Blutkörperchen enthalten. An der Seite des ausführenden Kiemengangs kommunizieren sie mit dem Peribranchialsinus durch einen weiten, kurzen, zugleich mit

der zuführenden Kiemen-Arterie eintretenden Kanal. In ähnlicher Weise sind auch die Lymphkanäle zugleich mit dem ausführenden Kiemengefäß in Verbindung mit dem Dorsalsinus. Große Schleim-Zellen, wie sie sich im Kiemendarm finden, sind in den Kiemen selbst nicht vorhanden.



Figur 364.



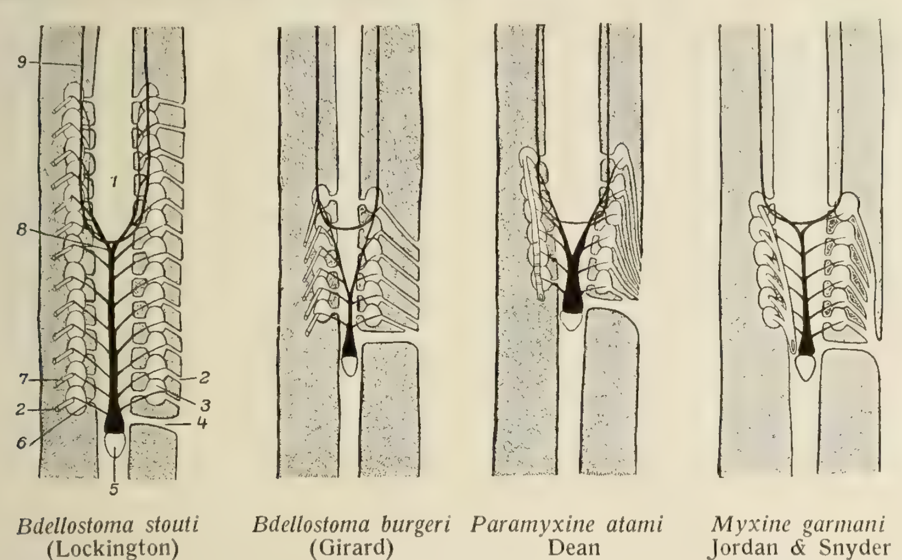
Figur 365. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *schematischer Horizontalschnitt durch die Kieme.* Der obere Teil des Schnittes stellt einen tangentialen, der untere einen zentralen Teil dar. Zuführende Arterien dunkel, ausführende licht; die Wasserräume schwarz. (*1*) Kiemen-Lamelle; (*2*) ausführende Kiemen-Arterie; (*3*) zuführender Kiemen-Gang; (*4*) zuführende Kiemen-Arterie; (*5*) ausführender Kiemen-Gang. (Nach Cole)

Figur 364. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rekonstruktion einer Schnittserie durch den Kiemen-Apparat,* von der Ventralseite gesehen. Kiemen, zu- und ausführende Kiemen-Gänge und die äußeren Kiemen-Öffnungen zur größeren Übersichtlichkeit seitlich abgebogen. Aorta cardiaca dunkel getönt. (*1*) Ösophagus; (*2*) zuführende Kiemen-Gänge; (*3*) 1ter Kiemen-Sack; (*4*) ausführende Kiemen-Gänge; (*5*) 2ter, (*6*) 3ter, (*7*) 4ter, (*8*) 5ter, (*9*) 6ter Kiemen-Sack; (*10*) »Cloaca branchialis«; (*11*) linke äußere Kiemen-Öffnung; (*12*) Ductus oesophago-cutaneus; (*13*) Aorta cardiaca (Aorta ventralis); (*14*) Ventriculus; (*15*) rechte äußere Kiemen-Öffnung. (Nach Cole)

Das die Kiemen begrenzende Epithel ist stärker an den beiden großen Oberflächen der Kiemen, wo die Kiemenlamellen einfache Struktur aufweisen. In den mehr respiratorischen komplizierten Teilen der Kiemen-Lamellen, die also in die Kiemenhöhle vorspringen, wo sie in direkter Berührung mit dem umgebenden Wasser sind, trennt nur

eine dünne, nahezu strukturlose Membran mit flachen Kernen an der dem Gefäß zugekehrten Seite das Blut vom Wasser der Kiemenhöhle. Intrazelluläre Kapillaren dürften bei *den Myxiniden* nicht vorkommen.

Der ausführende Kiemengang wird innerlich durch eine in eine Anzahl deutlicher Falten gelegte Schleimhautlage begrenzt. Unter dieser liegt eine ziemlich stark gefäßführende Zone faserigen Bindegewebes als Submucosa, die ihrerseits wieder durch die unregelmäßig, aber gut entwickelte Lage von gestreiften Muskelfasern umhüllt wird, deren innere longitudinal, deren äußere meist zirkulär verläuft. Außerhalb dieser Muskel-Lage bildet ein loses, fettiges Bindegewebe eine recht unbestimmte Begrenzung. Das Grenz-Epithel ist dem der Kiemen sehr ähnlich. Wir finden in ihm etwa 3 Reihen von Kernen. Seine Zellen sind gut begrenzt, ihre oberflächliche Lage besteht aus abgeflachten, mit vakuolisiertem Zellplasma gefüllten Zellen mit deutlichem, freiem Rand. Auch die Muskelfasern ähneln denen der Kiemen.



Bdellostoma stouti (Lockington) — *Bdellostoma burgeri* (Girard) — *Paramyxine atami* Dean — *Myxine garmani* Jordan & Snyder

Figur 366. Cyclostoma. — *Diagramme der branchialen Regionen verschiedener Myxiniden.* (*1*) Darm; (*2*) Kiemen-Öffnung; (*3*) Kiemen-Sack; (*4*) Ductus oesophago-cutaneus; (*5*) Herz; (*6*) zuführender, (*7*) ausführender Kiemen-Gang; (*8*) Gabelung der zuführenden Aorta; (*9*) Lage des Zungen-Muskels (durch die schwarze Linie gekennzeichnet). (Nach Dean)

Die äußeren Kiemen-Öffnungen sind bei *Myxine* Linnaeus sehr deutliche, weit hinten in der Nähe der Mittellinie der Ventralfläche gelegene, in bezug auf ihre Größe unsymmetrische, in bezug auf ihre Lage variante Öffnungen, von denen die rechte, da der Ductus oesophago-cutaneus ja an der linken Seite geht, immer die schmälere ist und ein wenig vor der linken liegt. Äußerlich wird diese linke manchmal teilweise, ganz selten vollständig in 2 Öffnungen getrennt, wenn nämlich der Ductus oesophago-cutaneus eine getrennte äußere Mündung besitzt. Dieser, der niemals in der Mittellinie, sondern stets links mündet, ist nach der Ansicht von Maas und Cole »unzweifelhaft als ursprünglich potentielle linke Kieme aufzufassen«.

Bei *Bdellostoma* Johannes Müller ist die Kieme ursprünglich tubulär und der Ductus oesophago-cutaneus bleibt dauernd in diesem Stadium. Die Kiemenröhren sind vollständig entodermal. Dort, wo die künftigen Kiementaschen sich entwickeln sollen, wird das Lumen dieser Röhren erweitert und durch eine Faltung der Wand entsteht die charakteristische, radiär angeordnete, also strahlenförmige Kieme.

Die Anzahl der Kiemen bei *Myxine* Linnaeus beträgt *in der Regel* 6, doch finden sich nicht allzu selten (nach Cole) *auch Exemplare*, die auf der linken Seite 7, seltener solche, die auf beiden Seiten 7 Kiemen haben.

Der Ductus oesophago-cutaneus, der, wie oben erwähnt, bei *den Myxiniden* auf die linke Seite beschränkt ist, stellt nach Cole eine 7te Kieme dar.

Die Anzahl der Kiemenöffnungen ist auch bei *ein und derselben Art der Myxiniden* durchaus nicht immer gleich. Sie schwankt zum Beispiel bei *Bdello-*

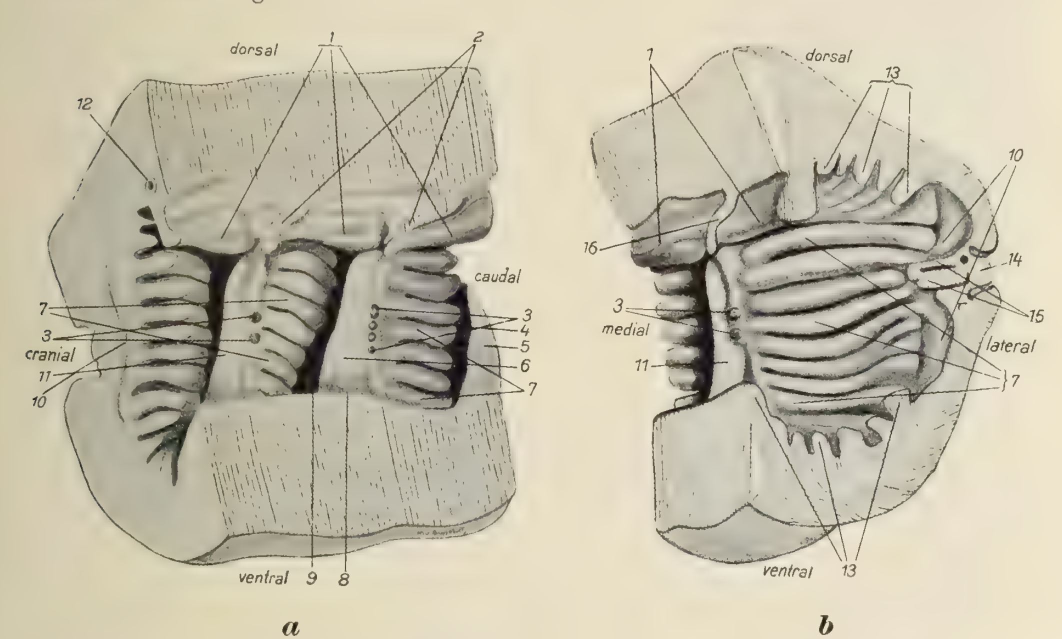
stoma stouti Lockington (nach den Angaben von Worthington) zwischen 11 und 13 Kiemenspalten, bei *Myxine* Linnaeus (siehe oben, nach denen von Cole) zwischen 6 und 7. Aber auch zwischen den beiden Körperseiten *eines und desselben Tieres* sind Unterschiede in der Zahl der Kiemen-Öffnungen vorhanden, wenngleich bedeutend seltener. Dabei bestehen (nach Worthington) auch insofern Unterschiede zwischen den beiden Körperseiten, als *die Anzahl der Tiere*, die auf der linken Körperseite um eine Kiemen-Spalte mehr als auf der rechten haben, sich zu der der Tiere, bei denen dies umgekehrt ist, wie 2 : 1 verhalten. Manchmal kann solche Ungleichheit in der Zahl der Kiemen aber auch vorgetäuscht werden, da die vorhandenen Kiementaschen dann tatsächlich auf beiden Seiten gleiche Zahl aufweisen und bloß die Kiemen-Öffnungen scheinbar ungleiche Zahlen zeigen: bei *Tieren, die mehr Kiemen-Spalten auf der linken Seite aufweisen*, fehlt nämlich manchmal der Kiemensack vollständig, der sich sonst in den natürlich auch als Kiemen-Öffnung mitgezählten Ductus oesophago-cutaneus öffnet. Es sind das wohl die Fälle, bei denen, ähnlich wie bei *Myxine* Linnaeus (nach Cole) der Ductus oesophago-cutaneus eine getrennte Öffnung nach außen besitzt.

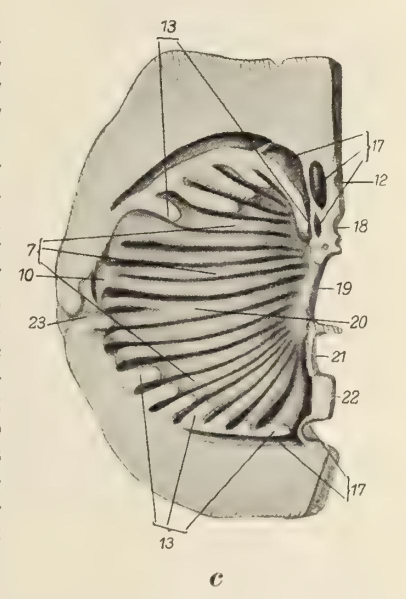
Kiemendarm des Ammocoetes

Der Kiemendarm des Ammocoetes wird dorsal und ventral von einer in der Median-Ebene gelegenen Kante der dorsalen und ventralen Kiemenkante (Kiemenleiste) begrenzt, die kurz vor jedem Septum ein deutliches Knöpfchen trägt. Die ventrale Kiemenkante weist eine Flimmer-Rinne auf. Die Seitenwand des Kiemendarms bildet die medialen Oberflächen der kiemenblattfreien Diaphragmasäume, auf deren innerer Fläche, nahe dem Beginn der rostralen Kiemenblätter sich Sinnes-Knospen befinden (siehe Figur 367). Die an ihren lateralen Enden angeschwollenen Kiemenblätter der mittleren Region ragen frei in den als Vorkammer bezeichneten Raum, während die dorsalen und ventralen Kiemenblätter in ihrer ganzen Ausdehnung an die Kiementaschen-Wand angewachsen sind und ohne Unterbrechung auf beiden Seiten (dorsal und ventral) in die der hinteren Wand übergehen. Die Kiemenblätter der kranialen Wand der Kiementaschen gehen mit ihren medialen Enden zum Rand der inneren Kiemenöffnung, während die der kaudalen Wand diesen Rand nicht erreichen. Die Kiementaschen münden nicht unmittelbar nach außen, sondern durch die schon genannte Vorkammer, vor der ein enger äußerer, an seiner äußeren Öffnung mit einer Platte versehener Kiemenkanal die Ausmündung besorgt.

Die Auskleidung der Kiemenhöhle wird durch verschiedene Epithel-Formationen gebildet. Auf der ventralen Oberfläche der Dorsalkante findet sich ein mehrreihiges Pflaster-Epithel, das an den Seitenoberflächen, sowie knapp vor der Einmündung jedes Diaphragma-Paares durch ein mehrreihiges Zylinder-Epithel ersetzt wird. Die ganze dorsale Hälfte der Dorsalkante wird ebenfalls durch ein mehrreihiges Zylinder-Epithel bedeckt, ebenso der kiemenblattfreie Diaphragma-Saum, dessen mediale Oberfläche bis zum Beginn der kranialen Kiemenblätter dagegen von einem mehrreihigen Pflaster-Epithel bedeckt wird. Dieses geht wieder in ein mehrreihiges flimmerndes Zylinder-Epithel auf der lateralen Oberfläche über, das seinerseits wieder von einem mehrreihigen Zylinder-Epithel mit Deck-Zellen abgelöst wird, das bis zum Beginn der Kiemenblätter auf der kaudalen Wand reicht. Im Epithel der Innenfläche der Seitenwand sind zu Beginn der kranialen Kiemenblätter verschieden große Sinnes-Knospen vorhanden (Geschmacks-Organe nach Schaffer, siehe Seite 360). Die Rinne der ventralen

Kante ist von 1-schichtigem, flimmerndem Zylinder-Epithel, die Kiemenblätter sind von 1-schichtigem Pflaster-Epithel bedeckt, alle übrigen Teile der Kiemen-Reihe von geschichtetem Pflaster-Epithel ausgekleidet, in dem an der lateralen Wand der Vorkammer eine Schicht höherer prismatischer, knospenförmig gelagerter Drüsen-Zellen liegt.

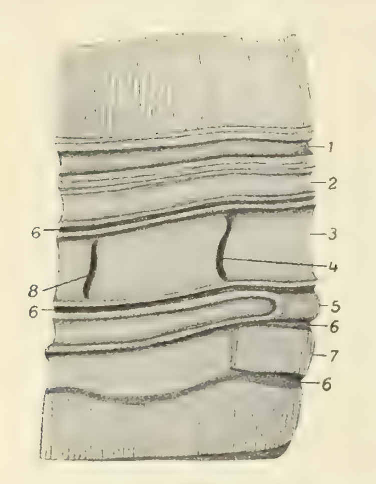




Figur 367. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch). ***a*** *rechte Längsschnitthälfte des larvalen (Ammocoetes-) Kiemendarms im Bereich der 3ten, 4ten und 5ten Kiemen-Tasche* (Ansicht von links auf die rechte Seite); ***b*** *kraniale Wand der 4ten rechten larvalen Kiemen-Tasche*; ***c*** *kraniale Wand der linken 5ten Kiemen-Tasche beim erwachsenen Tier.* (*1*) dorsale Kante; (*2*) Schnittflächen der Dorsalenden der linken Diaphragmen; (*3*) Sinnes-Knospen; (*4*) 5te Kiemen-Tasche; (*5*) mediale Oberfläche des 5ten, (*6*) des 4ten kiemenblätterfreien Diaphragmasaumes; (*7*) Kiemen-Blätter der kranialen Kiementaschen-Wände; (*8*) Flimmerrinne der ventralen Kante; (*9*) 4te Kiemen-Tasche; (*10*) Vorkammer; (*11*) mediale Oberfläche des 3ten kiemenblätterfreien Diaphragmasaumes; (*12*) Aorta dorsalis; (*13*) Schnittfläche der dorsal und ventral in die entsprechenden Kiemen-Blätter der kaudalen Wand übergehenden Kiemen-Blätter; (*14*) Klappe; (*15*) ein Teil des an die Innenfläche von (*14*) angewachsenen Kiemen-Blattes; (*16*) Schnittfläche des Dorsalendes des 3ten linken Diaphragmas; (*17*) Lymph-(Venen-) Sinus; (*18*) Vorderdarm; (*19*) innere Kiemen-Öffnung; (*20*) gegabeltes Kiemen-Blatt; (*21*) Aorta ventralis; (*22*) Musculus longitudinalis linguae; (*23*) Kiemen-Kanal. (Nach Sakwarelidse)

Der Kiemendarm *des Ammocoetes* ist ein gemeinsamer, die Funktionen von Vorderdarm und Wassergang *des erwachsenen Tieres* erfüllender Raum, der kaudal in den larvalen Vorderdarm übergeht, seitlich durch die breiten, inneren Kiemen-taschen-Öffnungen in die Kiementaschen. Nur die medialen oberen Flächen der kiemenblätterfreien Diaphragmasäume bilden die Kiemendarmwände. Bei

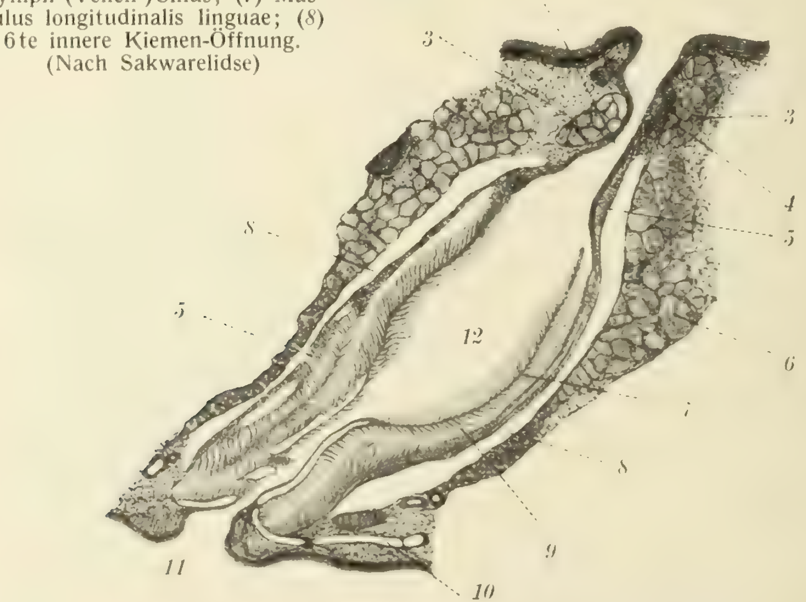
der Metamorphose wachsen diese Diaphragmasäume nach vorn zu aus, wodurch die Wandfläche des Kiemendarms vergrößert, die innere Kiemen-Öffnung verkleinert wird. Die Kiementaschen selbst sind nicht voneinander gesondert, sondern je 2 benachbarte Kiementaschen durch ein gemeinsames Diaphragma vereinigt.



Figur 368. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *linke Hälfte des Sagittalschnittes im Gebiet der 3ten, 4ten und 5ten Kiemen-Tasche.* (*1*) Aorta dorsalis; (*2*) Vorderdarm; (*3*) Wasser-Gang; (*4*) 5te innere Kiemen-Öffnung; (*5*) Aorta ventralis; (*6*) Lymph-(Venen-)Sinus; (*7*) Musculus longitudinalis linguae; (*8*) 6te innere Kiemen-Öffnung. (Nach Sakwarelidse)

Beim *erwachsenen Neunauge* (*Lampetra*) sind die Kiemenblätter in der mittleren Region der Kiementaschen höher als an deren medialen und lateralen Enden. Die ventralen und dorsalen Kiemenblätter sind in ihrem ganzen Verlauf an die Wand angewachsen und gehen dorsal und ventral in die der Gegenseite (die kranialen in die kaudalen) über. Kranial- und Kaudal-Wand sind vom Lymph- oder Venen-Sinus umgeben.

Der Wassergang des Kiemenraums ist mit geschichtetem Pflaster-Epithel, die Kiemenblättchen sind mit 1-schichtigem, kubischem Epithel bedeckt. Zwischen den Kiemenblättern und dem Kiemenkanal ist ein 2-schichtiges, auf seiner freien Fläche mit einem Kutikularsaum versehenes Epithel vorhanden.



Figur 369. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *transversaler Längsschnitt durch den Kiemen-Sack.* (*1*) Vorhof; (*2*) äußeres Kiemen-Loch; (*3*) Ringmuskel von (*2*); (*4*) Knorpel des Kiemen-Korbes; (*5*) innere, (*6*) äußere Muskulatur des Kiemen-Sackes; (*7*) Kiemen-Blatt; (*8*) Lymphsinus; (*9*) Kiemen-Blättchen; (*10*) aus dem Kiemen-Blatt austretender Ast der Kiemen-Vene; (*11*) inneres Kiemen-Loch; (*12*) Kiemen-Sack. (Nach Krause)

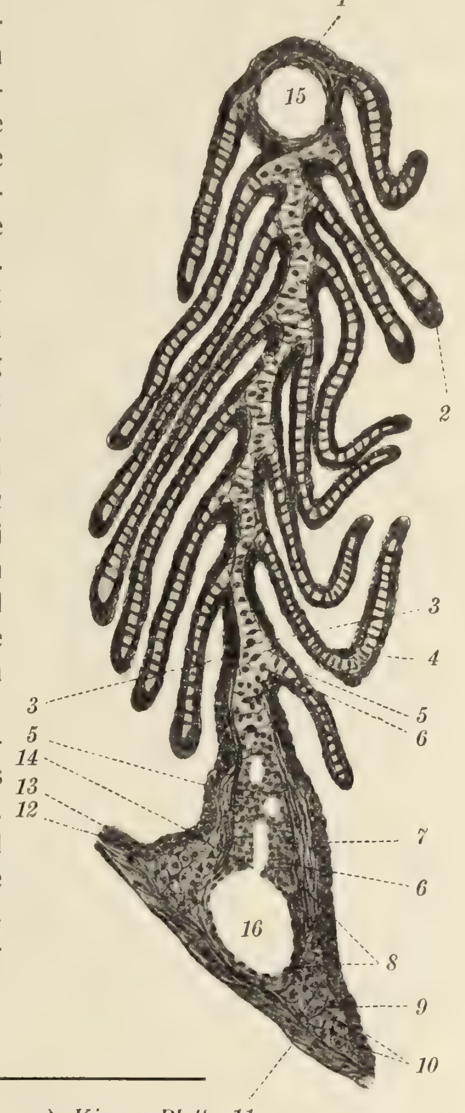
Kiemendarm der erwachsenen Petromyzoniden

Beim *erwachsenen Neunauge* ist der Kiemendarm eine an seinem kaudalen Ende geschlossene zylindrische, außen vom Lymph- oder Venen-Sinus umgebene Röhre, die nur noch die Funktion eines Wasserganges erfüllt, der seitlich mittels

der inneren Kiemenöffnungen in die Kiementaschen einmündet. Die dorsalen und ventralen Kiemenkanten und die Sinnesknospen der Larve sind verschwunden und längs der dorsalen Wand des Wasserganges entwickelt sich ein durch den Venen-Sinus vom Wassergange getrennter, zwischen ihm und der Aorta dorsalis liegender Vorderdarm. Nach vorn mündet er durch eine gesonderte Öffnung, den Ösophagus, der, wie bereits erwähnt, dorsal von der des Wasserganges gelegen ist, in den Schlund. Die Lage der Kiementaschen zueinander ist parallel. Sie sind vollständig voneinander gesondert und an der äußeren Oberfläche wieder vom Lymph- oder Venen-Sinus umgeben. In bezug auf die Körper-Längsachse bilden sie einen nach hinten gerichteten Winkel von etwa 45⁰, verlaufen also schräg von vorn seitwärts nach hinten. Die Kiemenblätter *des erwachsenen Tieres* sind niedriger und schmäler als bei *der Larve* und erreichen mit ihren medialen Enden an der vorderen und hinteren Wand den Rand der inneren Kiemenöffnung. Die der mittleren Region sind an ihren lateralen Enden an der Basis gegabelt.

Die bei *den Larven* vorhandenen Kiemen-Vorkammern sind beim *erwachsenen Tier* bis auf einige unbedeutende Reste verschwunden. Dagegen ist der nach außen führende Kanal länger und schmäler geworden. Seine innere Öffnung besitzt einen ringförmigen Wulst. Die äußere Öffnung wird durch einen besonderen Klappen-Apparat verschlossen.

(Der Vorderdarm nach Weissenberg entspricht dem Pharynx nach Fürbringer.)



Figur 370. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Kiemen-Blatt mit Kiemen-Blättchen.* (*1*) Epithel auf der freien Falte des Kiemen-Blattes; (*2*) Epithel auf der freien Firste der Kiemen-Blättchen; (*3*) Propria des Kiemen-Blattes; (*4*) Epithel der Kiemen-Blättchen; (*5*) Bindegewebs-Fasern zwischen beiden Blättern der Propria; (*6*) Lymphoid-Zellen; (*7*) Epithel des Kiemen-Blattes; (*8*) Muskulatur der Kiemen-Arterie; (*9*) große, (*10*) verzweigte Zellen des Polsters; (*11*) innere Muskulatur des Kiemen-Sackes; (*12*) Propria des Kiemen-Sackes; (*13*) Epithel des Kiemen-Sackes; (*14*) Öffnung der Kiemen-Arterie in den Spaltraum des Kiemen-Blattes; (*15*) Kiemen-Vene; (*16*) Kiemen-Arterie. (Nach Krause)

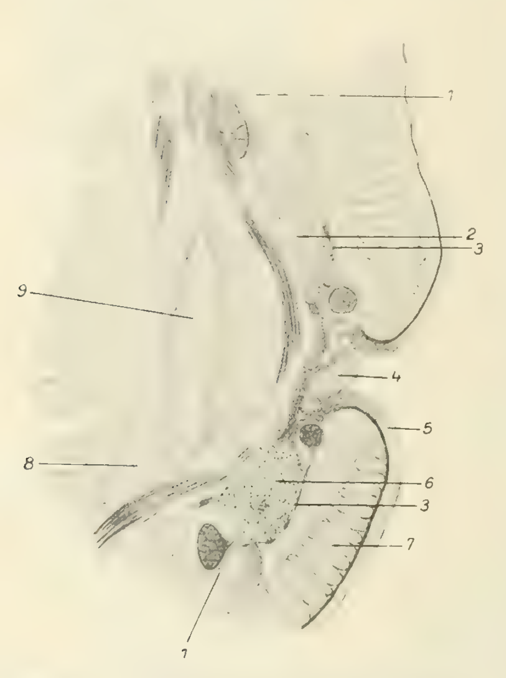
Vor den 7 voll ausgebildeten Kiemen-Taschen liegt noch ein Kiementaschen-Rudiment zwischen Velum und 1 tem Viszeralbogen, das aber keine Kiemenfläche besitzt.

Thymus

Als Thymus-Anlage kann bei *den Myxiniden* bloß ein ausgedehntes lymphoidales Organ im pharyngealen Velum angesprochen werden, das mit seinen

beiden vorderen Dritteln dem äußeren lateralen Velarstab angeschlossen ist und Zeichen von Degeneration zeigt.

So wie bei *den Myxiniden* ist auch bei *den Petromyzoniden* das Vorhandensein einer Thymus-Anlage bis in die neueste Zeit bestritten worden. Beobachtungen, die das Bestehen einer solchen Anlage behaupteten, hatten sich als irrtümliche Deutungen erwiesen. Erst Schaffer hat zu Ende des vergangenen Jahrhunderts eine echte Thymus-Anlage beim *Ammocoetes von Lampetra planeri* (Bloch) beschrieben.



Figur 371. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Querschnitt durch die Thymus-Knospen des 6ten Kiemen-Sackes.* (*1*) Vena jugularis; (*2*) dorsale Thymus-Knospe; (*3*) Bindegewebs-Kapsel der Thymus-Knospe; (*4*) Klappenmuskel; (*5*) Kutis; (*6*) ventrale Thymus-Knospe; (*7*) Leibesmuskulatur; (*8*) Blutsinus; (*9*) Vorkammer des Kiemen-Sackes. (Nach Schaffer)

Es ist eine von der Schleimhaut sämtlicher 7 Kiemensack-Vorkammern jeder Seite ausgehende knospenförmige Verdickung von dichtzelligem Gewebe mit runden Zellen. Dieses setzt sich an den Vorderteil des hohlen, von zylindrischem Epithel gebildeten Stieles an, der sich, die Höhlung der äußeren Kiemen-Öffnung fortsetzend, aus dem in das Entoderm des Kiemensacks übergehenden Epithel am oberen und unteren Rand der Kiemenöffnung bildet und sich zwischen den Knorpellängsstab und die Fasern des Musculus constrictor einschiebt. Die Elemente dieser knospenförmigen Verdickung scheinen direkt in das Epithel dieses Stiels überzugehen. Die Oberfläche der Knospen ist leicht höckerig, nach außen mit einer faserigen Kapsel, die direkt in das Perichondrium der Knorpelstäbe übergeht, scharf von dem Gallertgewebe unter der Parietalmuskulatur getrennt. Nach oben und unten stößt die Knospe direkt an die Vena jugularis an, nach innen geht das umhüllende Gewebe ohne scharfe Umgrenzung in das Perimysium des Konstriktors über. Vorn dürfte die Innenfläche der Knospe direkt in das Epithel der Kiemensack-Vorkammer übergehen.

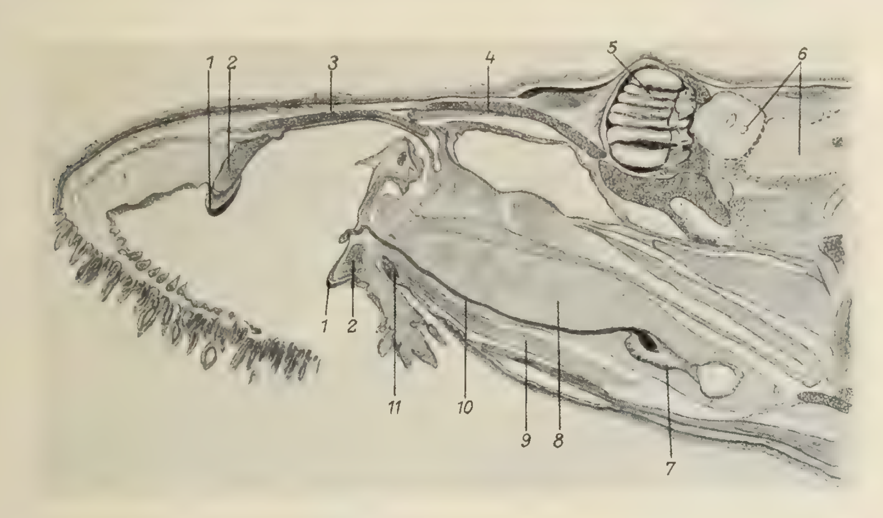
Der feinere Bau zeigt feine Bindegewebsbälkchen, die von der Kapsel ins Innere der Knospen eindringen und ein spärliches, netzartiges Stützgerüst für die zelligen Elemente bilden: kleine, runde Zellen von lymphoidem Aussehen mit kaum wahrnehmbarem Protoplasma und stark färbbarem Kern und Kerngerüst, zwischen denen sich größere, wohl dem Stützgewebe angehörende blasse Kerne mit deutlicher Kernmembran und Kernkörperchen, sowie rote Blutkörperchen finden. Die Knospen der vordersten Kiemensäcke scheinen schwächer entwickelt zu sein.

Mit irgendeiner anderen bekannten Thymus-Anlage bei *den Fischen* kann diese Anlage jedoch (nach Schaffers Ansicht) nicht unmittelbar verglichen werden. *In beiden Gruppen der Cyclostomen* sind weitere ausführlichere Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Thymus erforderlich, um die Verhältnisse genügend zu klären.

Speicheldrüsen

Auch Speicheldrüsen und ihre Ausführungsgänge sind schon im ersten Metamorphose-Stadium paarig (rechts und links) angelegt. Sie sind noch solid, die Anlage der Ausführungsgänge ist noch sehr kurz.

Die wirklichen Speicheldrüsen (Bukkaldrüsen nach Schneider) *der Petromyzoniden* wurden zuerst von Born bei *Petromyzon marinus* Linnaeus festgestellt, nachdem schon früher von einigen Autoren andere Organe, insbesondere der Musculus basilaris, in dem die Drüse ja liegt, als solche beschrieben worden



Figur 372. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Sagittalschnitt durch den Kopf*, kombiniert; *die Mundhöhlen-Drüse ihrer ganzen Ausdehnung nach dargestellt.* (*1*) Horn-Zahn; (*2*) Cartilago annularis; (*3*) Cartilago semilunaris; (*4*) Ethmoid; (*5*) Geruchs-Organ; (*6*) Gehirn; (*7*) Drüse; (*8*) Musculus basilaris; (*9*) Musculus copuloglossus-obliquus; (*10*) Drüsen-Gang; (*11*) Processus spinosus. (Nach Haack)

waren. Verschiedene Autoren, darunter Fürbringer, insbesondere aber Haack, haben später an den *verschiedenen Petromyzoniden-Arten* [*Petromyzon marinus* Linnaeus, *Lampetra fluviatilis* Linnaeus und *planeri* (Bloch)] die Speicheldrüsen untersucht. Die Drüsen liegen im Musculus basilaris paarig, also jederseits, als ein ovaler, im hinteren Drittel hantelartig eingeschnürter oder (bei *Petromyzon marinus* Linnaeus) glatter Sack; derart, daß sie in ihrem vorderen und hinteren Abschnitt an 3 Seiten vom Musculus basilaris umgeben werden und nur nach außen hin mit ihrer eigenen Muskulatur an die Hauptfaszie des Basilaris grenzen, während sie in ihrer Mitte von der bindegewebigen Faszie umgeben sind, die die beiden Abschnitte des Basilaris voneinander trennt. Der Ausführungsgang der Speicheldrüse entspringt bei *den beiden Süßwasser-Formen* dorsal, steigt ein wenig aufwärts, dann im Winkel von 45° abwärts, zunächst eingehüllt in die Bindegewebsfaszie, nähert sich dann der Muskelfaszie und verläuft in ihr bis zur Spitze des Musculus basilaris, ohne die Faszie zu durchbohren. Sodann tritt er in das den Zungenknorpel vom Processus spinosus trennende Bindegewebe ein, steigt wieder etwas an, um sich sofort wieder bis zum Grunde seiner Mündungspapille zu senken, die er in einer doppelten Schlinge durchläuft und auf deren Ventralseite er in die Mundhöhle austritt. Die Papille liegt direkt unter der Zunge. Bei *Petromyzon marinus* Linnaeus entspringt der Ausführungsgang ventral an der Innenseite der Drüse, durchsetzt in geradem Lauf den Basilaris, durchbohrt die Faszie in der

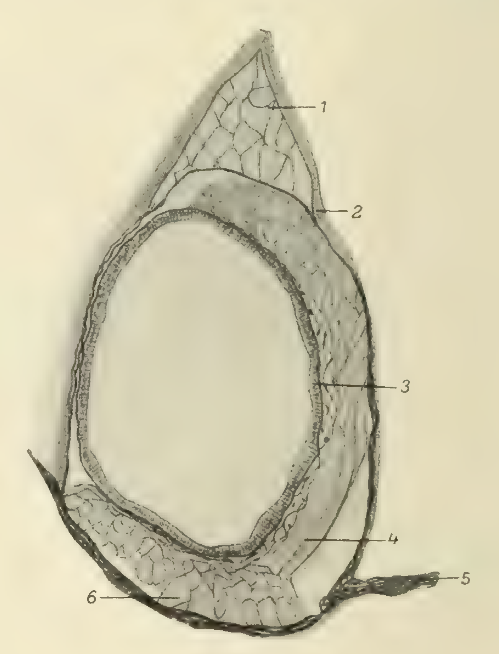
Mitte des Muskels und geht an seiner Außenfläche zwischen Basilaris und Musculus copulo-glossus obliquus hin. Im übrigen Verlauf entspricht er dem der beiden anderen Arten.

Die Speicheldrüsen haben ihre eigene quergestreifte, jedoch keine glatte Muskulatur. Sie umhüllt sie vollständig im vorderen und hinteren Drittel, im mittleren jedoch ist die dem Zungenstiel zugekehrte Seite ohne alle Muskeln. Der Ausführungsgang ist von einer mehrschichtigen Bindegewebshülle mit elastischen Fasern umgeben.

Bei *Ammocoetes* ist die Drüse noch nicht vorhanden, sondern erst beim *geschlechtsreifen Tier*. Sie entsteht aus dem Epithel der Mundhöhle, aus einem Zellhaufen, der, wie schon erwähnt, zunächst einen soliden Zellstrang bildet, in dem später eine Höhlung entsteht.



Figur 373.



Figur 374.

Figur 373. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Längsschnitt durch die Mündungs-Papille der Mundhöhlen-Drüse.* (*1*) Drüsen-Gang; (*2*) Ausführ-Öffnung der Drüse. (Nach Haack)

Figur 374. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch den mittleren Teil der Mundhöhlen-Drüse eines jungen Tieres.* (*1*) Musculus basilaris; (*2*) Muskelfasern des Musculus basilaris; (*3*) Drüsen-Epithel; (*4*) Ringmuskulatur; (*5*) Faszie; (*6*) Längsmuskulatur. (Nach Haack)

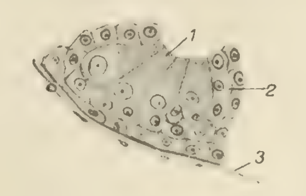
Das Drüsen-Epithel der *jungen Tiere* ist nicht überall gleich. Im ventralen Teil besteht es aus Zylinder-Epithel, im dorsalen aus Platten-Epithel, ähnlich dem der Mundhöhle. Bei *älteren Tieren* findet sich überall das Zylinder-Epithel. Bei diesen vergrößert sich auch die Drüsenoberfläche und es werden Falten gebildet, die der Drüse manchmal ein flachlappiges Aussehen geben.

Die Basis der Zylinder-Zellen sitzt auf einer feinen Basalmembran auf. In der Zellmitte liegt der ovale Kern, die Zell-Oberfläche wird von einem manchmal gestrichelt erscheinenden Kutikularsaum gebildet. Zwischen Oberfläche und Kern finden sich in der Zelle dunkelbraune Körner, die als Pigment-Schollen zu bezeichnen sind, im ganzen Zell-Leib überdies eine Anhäufung von kleinen Sekretkörnchen.

Außerhalb der Basalmembran folgt eine aus elastischen Fasern bestehende, zahlreiche Blutgefäße enthaltende Bindegewebsschicht.

Das Epithel des Drüsenganges, das dem der Mundhöhle sehr ähnlich ist, besteht aus 2 Schichten abgeplatteter und polygonaler Zellen, die auf einer derben

Basalmembran aufruhen, längliche und ovale Kerne besitzen und deren Oberfläche von einem feinen, gestrichelten Kutikularsaum begrenzt wird. Der Zellinhalt ist stark körnig. Auf die Basalmembran folgen 2 bis 3 Bindegewebs-Schichten aus elastischen Fasern. Glatte Muskulatur fehlt. Die Mündungspapille besteht aus einem dorsalen, einem medialen und einem ventralen Lappen, besitzt ein aus zahlreichen Schichten zusammengesetztes Epithel, in dem nur sehr selten Sinnes-Zellen vorkommen und trägt die Mündung der Drüse auf der Unterseite des ventralen Lappens.

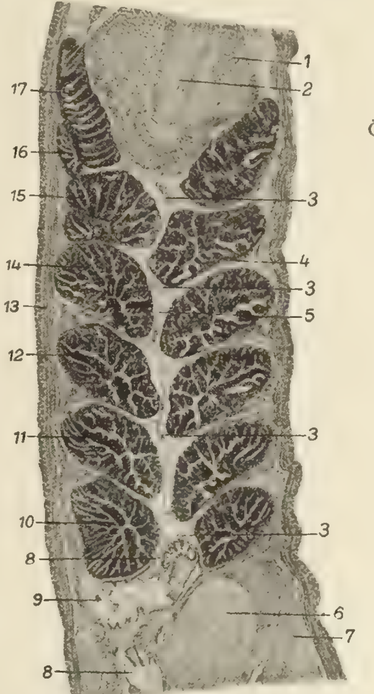


Figur 375. CYCLOSTOMA. — *Drüsen aus dem Epithel des Kiemen-Darms.* (*1*) Drüsen-Zellen; (*2*) Deck-Zellen; (*3*) Bindegewebe. (Nach Haack)

Bei *den Myxiniden* findet sich keine eigene Mundhöhlendrüse wie bei *den Petromyzoniden.* Doch besitzen sie (nach Haack) auf dem Grunde der Längsfalten des als Speiseröhre bezeichneten Darmabschnittes vor dem Kiemengebiet Körner-Zellen, die Haack mit den Drüsen-Zellen im Ösophagus von *Ammocoetes* vergleicht.

Ösophagealdrüsen der Petromyzoniden

Im Ösophagus finden sich bei *den Petromyzoniden* und zwar sowohl bei *Ammocoetes* als *beim ausgewachsenen Tier* an der Dorsalwand der Kiemenhöhle und am Grund der Kiemenblätter eigentümliche Drüsenbildungen, die aus prismatischen Zellen bestehen. Sie treten bei *Ammocoetes* an der lateralen Wand der Kiementaschen-Vorkammer einzeln in der Vorkammer an der Basis der Kiemenblätter und an der Dorsalwand des Ösophagus in Gruppen auf, derart, daß zwischen je 2 aus 6 oder mehr Zellen bestehende Drüsenknospen sich Deck-Zellen einschieben, die eine Art Scheidewand zwischen den einzelnen Drüsen-Organen bilden. Die Zellen neigen sich gegeneinander. Die Oberfläche hat die Form eines flachen Tellers. Der Kern dieser Zellen, die nach der Sekretion bestehen bleiben, ist bei *Ammocoetes* vollständig kompakt. Beim *ausgewachsenen Petromyzon* finden sich zum Unterschied vom *Ammocoetes* in allen Teilen des Gebietes, in denen diese Drüsen vorkommen, Übergänge von 1zelligen Drüsen bis zu Komplexen von 8 Zellen, deren Kern heller ist als der der benachbarten. Nach der Sekretion zerfallen die Drüsen-Zellen, es tritt also eine stetige Erneuerung der Zellen ein. Das Sekret der Drüsen zeigt schwach saure Reaktion und hat (nach Haack) verdauende Wirkung. Die Drüsen sind als reine Eiweißdrüsen zu bezeichnen; ihr Ferment hat pepsinartigen Charakter. Es ist nicht giftig.

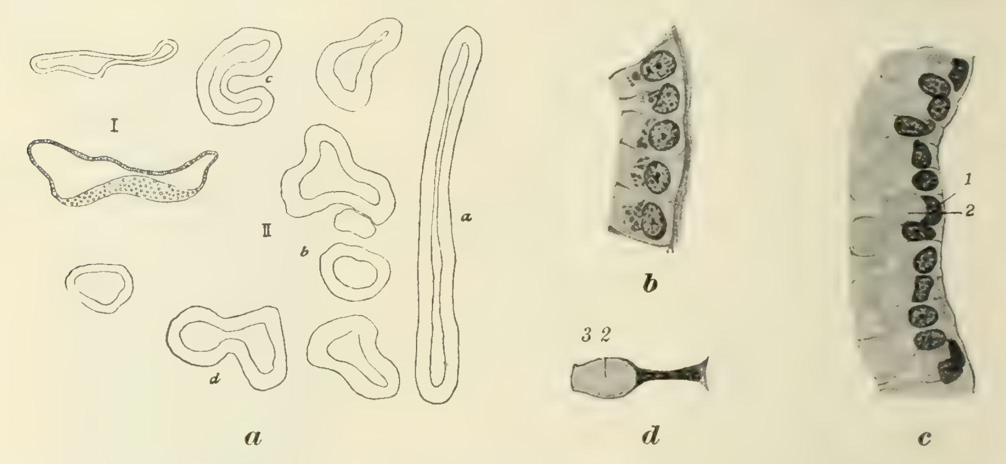


Figur 376. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *horizontaler Schnitt durch die Kiemen-Gegend.* (*1*) keulenförmig verdickter Ursprungsteil des Musculus retractor linguae; (*2*) senkrechte muskulöse Scheidewand; (*3*) Schilddrüsen-Blasen; (*4*) dünne muskulöse Wand des Kiemen-Sackes; (*5*) Fettmasse zwischen den Kiemen-Säcken; (*6*) Herz; (*7*) Leber; (*8*) Ösophagus; (*9*) Knorpel in der Wand des Ductus oesophago-cutaneus; (*10*) 6ter, (*11*) 5ter, (*12*) 4ter Kiemen-Sack; (*13*) parietale Körper-Muskulatur; (*14*) 3ter, (*15*) 2ter Kiemen-Sack; (*16*) äußerer Kiemen-Gang; (*17*) 1ter Kiemen-Sack. (Nach Schaffer)

Außer dieser verdauenden Funktion haben die Drüsen auch die Aufgabe, einen Schleimüberzug über die Kiemen zu bilden. Niemals treten beide Funktionen in einem und demselben Drüsenkomplex auf.

Thyreoidea der Myxiniden

Die Thyreoidea der Myxiniden besteht aus einer Anzahl vereinzelter oder zu kleinen Gruppen angeordneter, verschieden großer, kugeliger, ovaler, schlauchförmiger oder ganz unregelmäßiger Drüsenblasen mit Wandungen aus einreihigem, kubischem oder prismatischem oder auch ganz abgeflachtem Epithel, die, zwischen den Kiemen-Säcken, und zwar unpaarig, gelagert, fast ausschließlich in der Median-Ebene verstreut sind und zwischen den Fett-Zellen der Fett-Masse liegen, die die Kiemen-Säcke einhüllt und auch die Zwischenräume zwischen den einzelnen Kiemen-Säcken ausfüllt.



Figur 377. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schilddrüse.* ***a*** *verschiedene Durchschnittsformen der Schilddrüsen-Blase.* (*I*) Blasen mit niedrigem, (*IIa bis d*) Blasen mit sehr hohem Epithel; (*I*) und (*II*) von verschiedenen Tieren. ***b*** und ***c*** *Schilddrüsenblasen-Epithel von 2 verschiedenen Tieren.* ***d*** *eine Epithel-Zelle aus der Schilddrüsen-Blase.* (*1*) eingebuchteter Kern; (*2*) gequollener Zellinhalt; (*3*) thecaartige Umhüllung von (*2*). (Nach Schaffer)

Sie sind geschlossen und untereinander ohne Verbindung, auch in den Gruppen, wo sie ganz nahe nebeneinander liegen, und können schon mit bloßem Auge gesehen werden. Die vordersten Drüsenblasen liegen bei *jüngeren Tieren* vor dem 1ten Kiemensack zwischen Ösophagus dorsal und dem kaudalen Ende des Muskelbauches des Musculus longitudinalis linguae ventral, die hintersten im Bereich der letzten Kiemen-Säcke zwischen Ösophagus und Kiemen-Arterie. Die schlauchförmigen Drüsenblasen stehen mit ihrer Längsachse entweder parallel oder senkrecht zum Verlauf der Kiemen-Arterie. Unter den ganz unregelmäßig gestalteten finden sich eingebuchtete, U-förmig gekrümmte oder gegabelte Alveolen. Eine ausgesprochene Membrana propria fehlt ihnen. Sie werden von lockerem Bindegewebe umgeben, dessen längliche Kerne oft tangential zur Oberfläche der Blasenwand dicht angelagert sind. Im feineren Bau finden sich Unterschiede (siehe Figur 377.)

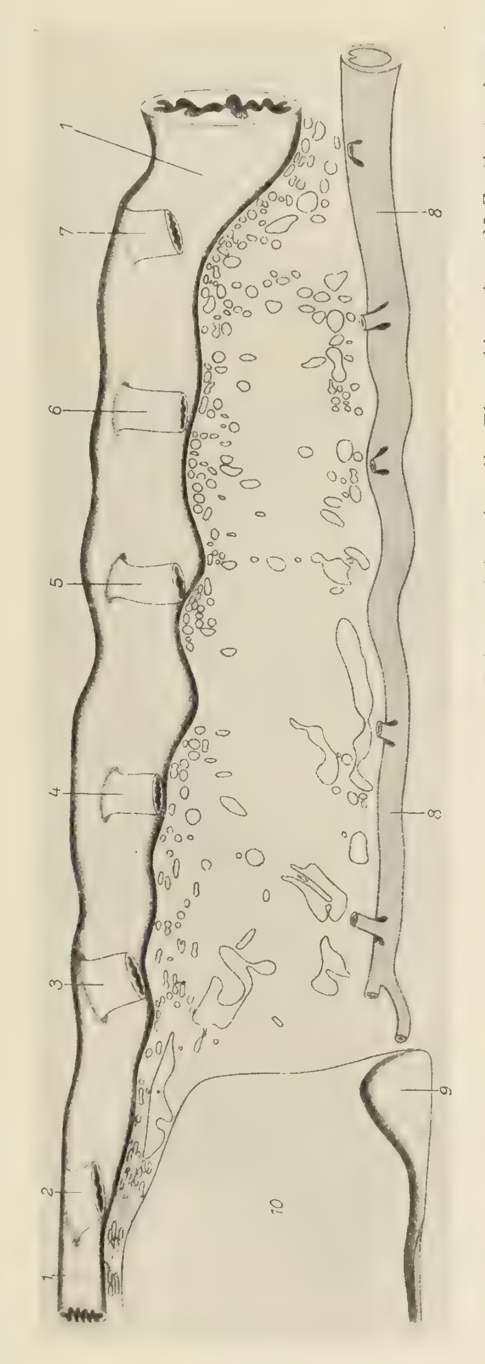
Im Protoplasma der Zellen, sowie auch frei oder innerhalb heller Blasen im Lumen der Drüsen-Alveolen finden sich, im ersteren Falle meist in der Nähe des Kerns Einschlüsse von unregelmäßiger Form und Größe. Sie sind entweder nur einzeln vorhanden und nehmen dann die ganze Zell-Breite ein oder bilden Gruppen und Ketten von unregelmäßigen Kügelchen und oft ausgesprochen eckigen Körnchen. In anderen Fällen er-

scheint der Zell-Inhalt ganz homogen, der Kern an die Peripherie gedrückt, 3-eckig oder stäbchenförmig verdrückt, und zwar vom Lumen her. Dort, wo die Zellen im lockeren Verband sind, treten auch bauchige Zellen auf, die geradezu an Becher-Zellen erinnern. Die meisten Alveolen sind von einer anscheinend farblosen Flüssigkeit gefüllt, in der manchmal Kügelchen eingelagert sind. Seltener ist eine kolloide Masse vorhanden.

Die Drüsen sind wohl ein Derivat der Kiemen-Spalten oder des Kiemen-Darmes.

Nach Cole erstreckt sich die gesamte Drüse in vertikaler und longitudinaler Richtung über ein recht großes Gebiet und würde, wenn alle Bläschen vereinigt wären, ein großes und zweifellos bedeutendes Gebilde ergeben. Bei *einem Exemplar* zählte er nicht weniger als 251 solcher Bläschen.

Die vordersten Bläschen, die etwas vor dem 1ten Kiemen-Paar liegen, sind dorsoventral abgeflacht, haben sehr geringe Höhlung und geringen Inhalt. Sie sind dicht der derben Membran angeheftet, die den Copulo-copularis, die Perpendikulärmuskel und die 2 Knorpelstäbe zusammenfügt. Die großen und unregelmäßigen Bläschen liegen meist in der ventralen Region der Drüse.



Figur 378. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Rekonstruktion der die Thyreoidea eines 25 Zentimeter langen Ingers bildenden 251 gesonderten Bläschen*, von der linken Seite gesehen. *Die zuführenden Branchialarterien kurz abgeschnitten, der keulenförmige Muskel leicht niedergedrückt, damit er nicht die Bläschen überdeckt.* (*1*) Ösophagus; (*2*) bis (*7*) 1ter bis 6ter zuführender Kiemen-Gang; (*8*) Aorta cardiaca; (*9*) Musculus perpendicularis; (*10*) Musculus longitudinalis linguae. (Nach Cole)

Außer dem von Schaffer beschriebenen intrazellulären Körper finden sich (nach Cole) noch andere kleinere, sphärische zuweilen in sehr großer Zahl und verschiedener Größe. In manchen Fällen, wo die beiden intrazellulären Produkte besonders stark entwickelt sind, sind die Kerne undeutlich. Es ist wahrscheinlich, daß die großen Körner durch Verschmelzung kleinerer entstanden sind. Nach Cole liegen sie sowohl an der peripheren wie an der zentralen Seite des Kerns, an der peripherischen sogar manchmal viel häufiger. Zuweilen werden die Kerne durch 2 solche Einschlüsse von innen und außen zusammengedrückt.

Thyreoidea von Bdellostoma

Bei *Bdellostoma* entwickelt sich die Thyreoidea (nach Stockard) als eine durch die ganze Länge der Kiemen-Region gehende mediane unpaarige leistenförmige, größtenteils solide Epithelwucherung der ven-

tralen Pharynxwand (»ein abwärtsgerichteter Vorstoß des ventralen Pharynxgrundes«), die sich bei *älteren Embryonen* in ihrem Zusammenhang lockert, so daß Gruppen von großkörnigen Zellen entstehen. Diese bilden zunächst rundliche, solide Massen ohne deutliche Zellgrenzen, erhalten später ein Lumen und stellen nun Hohlkugeln mit 1-schichtigem Epithel dar, die schließlich eine bindegewebige Tunica propria erhalten. Besonders bemerkenswert ist dabei die ungewöhnlich große Ausdehnung des Ursprungsgebietes dieser Drüsen-Anlage, der gegenüber die gleiche Anlage bei *allen übrigen Chordaten* bedeutend weniger ausgebreitet ist.

Thyreoidea der Petromyzoniden

Figur 379. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies*: *3 Sagittalschnitte durch den Kopf junger Larven zur Demonstration der 1ten Anlage der Thyreoidea.* (*1*) Ohr-Blase; (*2*) Medullarrohr; (*3*) Urwirbel; (*4*) Conus arteriosus; (*5*) Thyreoidea; (*6*) 1te Kiemen-Spalte (Pseudobranchie); (*7*) Spritzloch-Arterie; (*8*) Chorda; (*9*) Diaphragmen, die sich zwischen Darm und Thyreoidea-Anlage einschieben; (*10*) Aorta; (*11*) Stomodaeum. *1 bis 8* (kleine Ziffern) 1te bis 8te Kiemen-Spalte. (Nach Dohrn aus Kiekebusch)

Bei den Petromyzoniden entwickelt sich die 1te Anlage der Thyreoidea, die in der letzten Zeit besonders eingehend von Kiekebusch untersucht worden ist, bei ganz jungen Larven von etwa 3 Millimetern als eine Rinne des ventralen Kiemendarmbogens, die vom Kiemendarm durch 2 von vorn und hinten gegeneinanderwachsende, schließlich miteinander verwachsende Falten abgeschnürt wird. Durch diese Verwachsung wird die primäre Öffnung der nunmehr ein Längsrohr bildenden Thyreoidea-Anlage zum Verschwinden gebracht und die Schilddrüse wird für *eine gewisse Zeit der Larven-Entwickelung* vollständig vom Kiemendarm abgeschlossen und ist dann mit seinem Epithel nur durch einen soliden Zellstrang verbunden, aus dem sich sekundär ein Lumen bildet, das den neugebildeten Ductus thyreoideus vorstellt.

(Nach älterer Auffassung wird der Ductus durch einen Spalt gebildet, der infolge des nicht völligen Verwachsens der beiden genannten Falten geblieben ist.)

Zur Zeit seiner soliden Anlage liegt dieser Ductus unter der Grenze zwischen der 3ten und 4ten Kiemen-Tasche, verlagert sich jedoch während

der Weiterentwickelung um eine Kiemen-Tasche zurück, also bis zur Grenze zwischen 4ter und 5ter, wo er bis zu seiner Obliterierung bleibt, die bei *der Metamorphose der Larve* erfolgt.

Schon in der Zeit, in der noch die primäre Öffnung zwischen den noch nicht ganz miteinander verwachsenen Falten vorhanden ist, differenzieren sich an dem Rohr der Thyreoidea 2 am kranialen Teil beginnende seitliche Einstülpungen (die »Drüsen-Lamellen«), die an ihrem Vorderende eine Umbiegung ihres Epithels aufweisen, der alle späteren aus dieser Einstülpung sich entwickelnden Differenzierungen mit einer ebensolchen kranialen Umbiegung folgen. Die beiden Einstülpungen wachsen bis zum Vorderrand der Primäröffnung und verflachen dort mit der Verwachsung der Primäröffnung, sprossen in der seitlichen Hälfte nach außen und wachsen seitlich neben dem Rohr kaudalwärts.

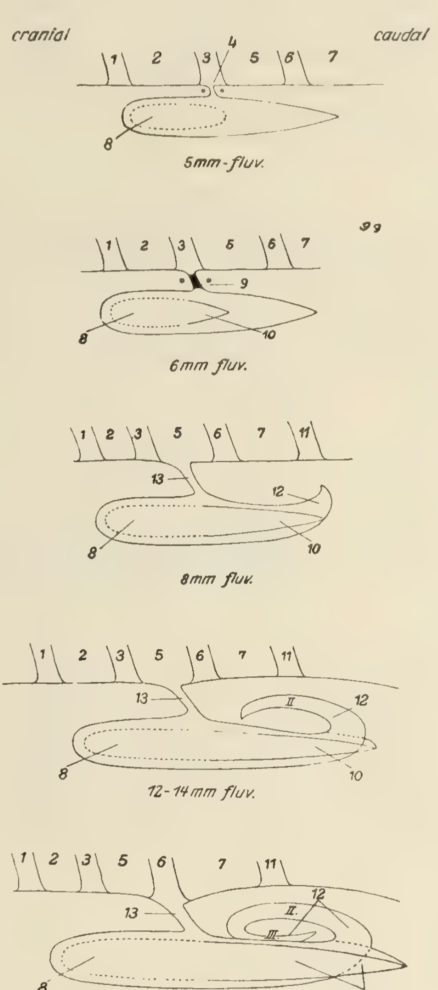
Die dünnen Partien des Thyreoidea-Organs werden zum flachen Epithel, das in allen übrigen Abschnitten später die Kammern des Organs auskleidet, zur »Decklamelle«.

Alle geweblichen Differenzierungen nehmen vom kranialen Pol des Rohres ihren Ausgang. Ihren Abschluß finden die eben erwähnten Entwickelungs-Vorgänge damit, daß die seitlichen Säcke allmählich neben dem mittleren Hinterabschnitt kaudalwärts wachsen und sich hinter ihm aneinanderlegen, während der mittlere Teil sich zu einer Spirale einrollt.

Kurz vor und nach der Verwachsung der primären Schilddrüsen-Öffnung und der Abschließung des Organs vom Kiemendarm erfolgen also folgende für die spätere Anordnung der Thyreoidea-Abschnitte richtunggebenden Vorgänge:

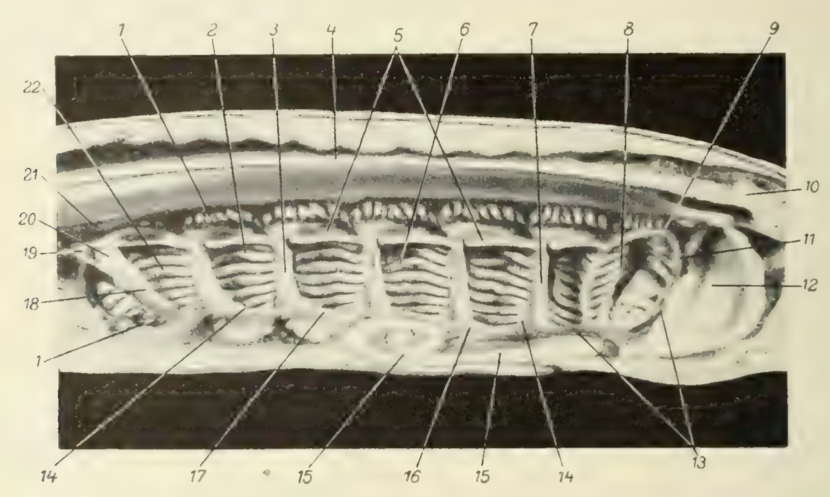
(1) Vor der Abschließung stülpen sich die seitlichen, verdickten Wände, die sich kranial jederseits in die nach innen eingestülpte Drüsenlamelle und die nach außen die Kammer des Organs auskleidende Decklamelle sondern, am kranialen Pol des bisher einheitlichen Rohres weiter rückwärts bis zum Vorderende der Primäröffnung nach innen ein.

(2) Unmittelbar nach der Abschließung der Schilddrüse teilt sich jede Drüsen-Lamelle und wächst in 2 Hälften kaudalwärts; derart,



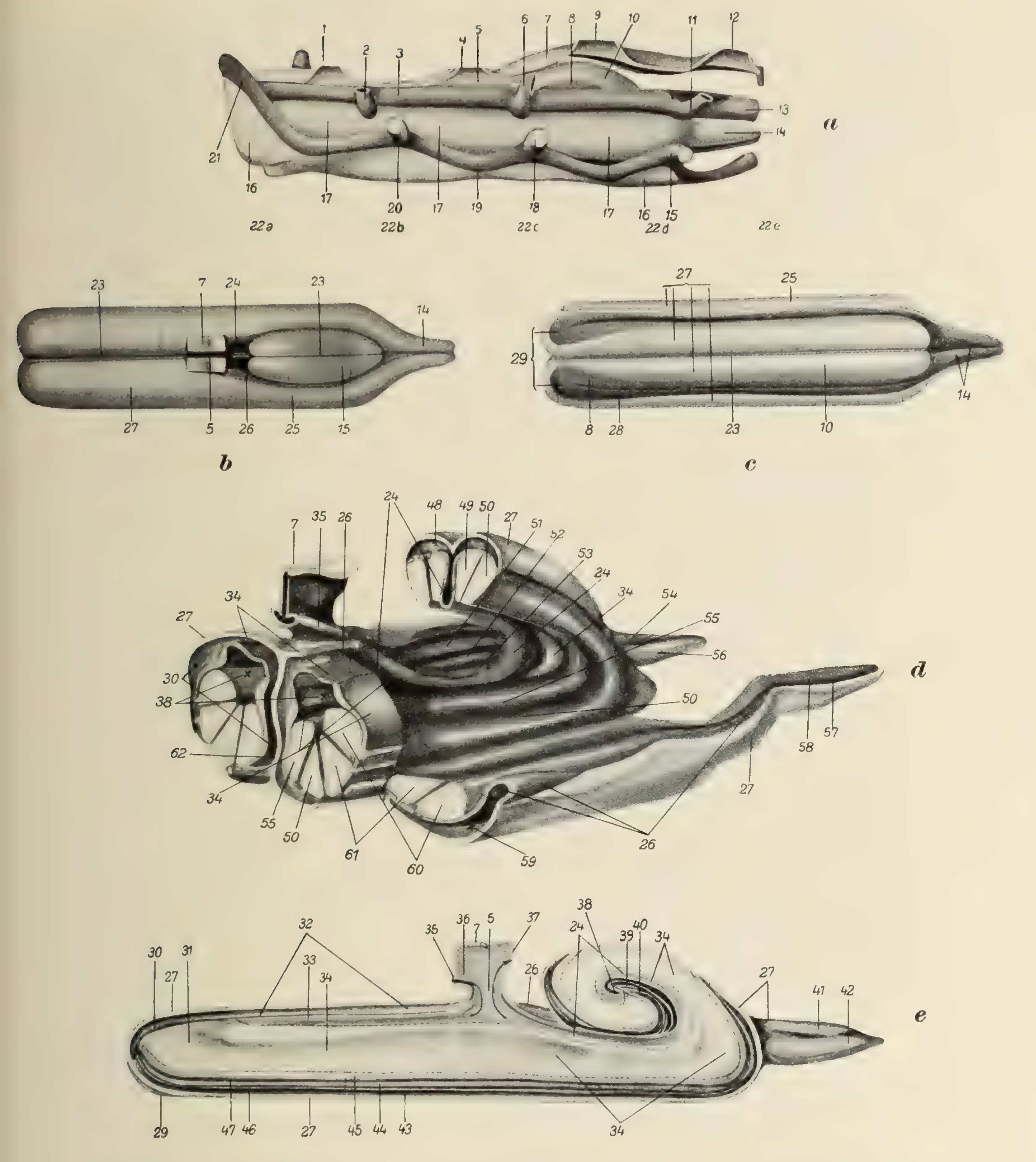
Figur 380. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus) [= *fluv.*] und *Lampetra planeri* (Bloch) [= *plan*]: *Schemata zur Entwickelung der Schilddrüsen-Abschnitte in 5 Stadien, die die Abschließung der Schilddrüse vom Kiemen-Darm, die Bildung des Ductus thyreoideus, seine allmähliche Verlagerung kaudalwärts, die Entstehung und das Wachstum der 3 kaudalen Drüsenabschnitte darstellen.* (*1*) 2tes Diaphragma; (*2*) 3te Kiemen-Tasche; (*3*) 3tes Diaphragma; (*4*) primäre Thyreoidea-Öffnung; (*5*) 4te Kiemen-Tasche; (*6*) 4tes Diaphragma; (*7*) 5te Kiemen-Tasche; (*8*) kraniale Drüsenlamellen-Einstülpung; (*9*) solide Anlage des Ductus thyreoideus; (*10*) lateraler kaudaler Drüsen-Abschnitt; (*11*) 5tes Diaphragma; (*12*) medianer, sich spiralig einrollender Schilddrüsen-Abschnitt; (*13*) Ductus thyreoideus (sekundäre Schilddrüsen-Öffnung). (Nach Kiekebusch)

daß nur die mediale Wand jeder Einstülpung auch weiterhin in die entsprechende Seitenwand des kaudalen Rohres übergeht, während die lateralen Wände jederseits neben dem medianen Rohr nach hinten wachsen. Zugleich wächst auch das laterale, über der lateralen Hälfte der Einstülpung befindliche Epithel, die Decklamelle, nach hinten. Das Lumen des kranialen Rohres setzt sich zwischen diesen seitlichen Teilen fort, wodurch die Thyreoidea in diesem Stadium 2 hohle, kurze Zipfel unmittelbar an der Seite der Verwachsungs-Stelle der Primär-Öffnung erhält, die je eine mediale, verdickte Wand, die Drüsen-Lamelle, und eine laterale, dünne Wand, die Deck-Lamelle, besitzen. Es findet also eine Dreiteilung der Kaudalpartie des Rohres statt.



Figur 381. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *linke Hälfte eines sagittal halbierten Kopfes einer erwachsenen Larve.* (*1*) Kiemen-Blätter der rechten, (*2*) Kiemen-Blätter der linken Körperhälfte; (*3*) 6tes mediales Diaphragmasäulen-Paar; (*4*) Rückenmark; (*5*) dorsale Kiemen-Kante; (*6*) 5te Kiemen-Tasche; (*7*) 3tes mediales Diaphragmasäulen-Paar; (*8*) 2te Kiemen-Tasche; (*9*) vorderste dorsale Kiemen-Kante; (*10*) Gehirn; (*11*) die die Pseudobranchial-Rinnen tragenden Wülste (= 1tes mediales Diaphragmensäulen-Paar); (*12*) Velum (Schlundsegel); (*13*) Pseudobranchial-Rinnen; (*14*) ventrale Kiemen-Kante; (*15*) Schild-Drüse; (*16*) Ductus thyreoideus; (*17*) ventrale kaudale unpaarige Flimmer-Rinne des Kiemen-Darms; (*18*) kaudale Falte der Kiemen-Höhle; (*19*) Vorderdarm; (*20*) die den Eingang zum Vorderdarm bildenden Lippen (= 8tes mediales Diaphragmensäulen-Paar); (*21*) Chorda; (*22*) 8te Kiemen-Tasche. (Nach Kiekebusch)

Figur 382. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Schilddrüse einer 40 Millimeter langen Larve.* Nach einem Wachsmodell. ***a*** *die Schilddrüse und die sie umgebenden Teile*; ***b*** *Schilddrüse ohne Umgebung* von oben, ***c*** von unten; ***d*** *linke Hälfte des sagittal halbierten Modells* (***b***); ***e*** *kaudale Hälfte desselben Modells* (***b***), *Ansicht von links und schräg vorn. Der linke laterale Drüsenteil durch einen Querschnitt abgetrennt und zur Seite herausgeklappt, der spiralig eingerollte mediane Drüsenteil durch einen anderen Querschnitt in seiner 2ten Windung durchtrennt und der dadurch abgeschnittene Spiralenteil herausgenommen. Links ist kranial, rechts kaudal.* (*1*) auf die 3te mediale Diaphragmen-Säule übergehendes Platten-Epithel der ventralen Kiemen-Kante; (*2*) 3ter Kiemenarterien-Bogen; (*3*) Kiemen-Arterie; (*4*) auf die 4te mediale Diaphragma-Säule übergehendes Platten-Epithel der ventralen Kiemen-Kante; (*5*) Ductus thyreoideus; (*6*) 4ter Kiemenarterien-Bogen; (*7*) ventrale Kiemen-Kante; (*8*) b-Schenkel des 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*9*) auf die 5te mediale Diaphragma-Säule übergehendes Platten-Epithel der ventralen Kiemen-Kante; (*10*) mediane kaudale Schilddrüsen-Spirale; (*11*) 5ter Kiemenarterien-Bogen; (*12*) auf die 6te mediale Diaphragma-Säule übergehendes Platten-Epithel der ventralen Kiemen-Kante; (*13*) Truncus arteriosus; (*14*) kaudale Schilddrüsen-Spitze; (*15*) 5ter Kiemenknorpel-Bogen; (*16*) »Schleimknorpel« (nach Schneider); (*17*) Schilddrüse; (*18*) 4ter Kiemenknorpel-Bogen; (*19*) ventrale Kiemenknorpel-Spangen; (*20*) 3ter, (*21*) 2ter Kiemenknorpel-Bogen; (*22a*) bis (*22e*) 3te bis 7te Kiemen-Tasche; (*23*) mediane Furche in der sagittalen Mittellinie der Schilddrüse; (*24*) mediane kaudale Flimmer-Rinne; (*25*) laterale kaudale Schilddrüsen-Abschnitte; (*26*) laterale kaudale Flimmer-Rinnen; (*27*) die Drüsen-Kammern nach außen auskleidendes Epithel der Decklamelle; (*28*) a-Schenkel des 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*29*) kraniale Umbiegungsstelle des 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*30*) kraniale Drüsen-Kammer; (*31*) kraniale Umbiegungsstelle des Flimmer-Epithels; (*32*) rechte kraniale Kammer; (*33*) kraniale laterale Flimmer-Streifen aus niedrigen Flimmer-Zellen; (*34*) breite Flimmer-Zellen mit langen, dichten Flimmern; (*35*) laterale Verzweigung des Ductus thyreoideus; (*36*) gelbe Körner im Epithel des Ductus; (*37*) ventrale kaudale Flimmer-Rinne des Kiemen-Darmes; (*38*) mesenchymatischer Schilddrüsen-Kern;



(*39*) Ende der Sekretionsleiste des b-Schenkels des 2ten, (*40*) des 1ten Drüsenzellen-Zylinders; (*41*) Ende des a-Schenkels des 1ten, (*42*) des 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*43*) bis (*45*) 1te bis 3te Gruppe der hohen Flimmer-Zellen mit langen, dichtstehenden Flimmern; (*46*) Sekretionsleiste des b-Schenkels des 2ten, (*47*) des 1ten Drüsenzellen-Zylinders; (*48*) mediane kaudale Drüsen-Kammer; (*49*) b-Schenkel des 1ten, (*50*) des 2ten linken Drüsenzellen-Zylinders; (*51*) a-Schenkel des 1ten, (*52*) des 2ten rechten, (*53*) b-Schenkel des 2ten rechten Drüsenzellen-Zylinders; (*54*) Ende von (*51*); (*55*) b-Schenkel des 1ten linken Drüsenzellen-Zylinders; (*56*) Ende von (*52*); (*57*) Ende von (*61*); (*58*) Ende von (*50*); (*59*) laterale kaudale Drüsenkammern; (*60*) a-Schenkel des 1ten, (*61*) des 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*62*) medianes, den kranialen Schilddrüsenteil vollständig teilendes Septum des Decklamellen-Epithels.
(Nach Kiekebusch)

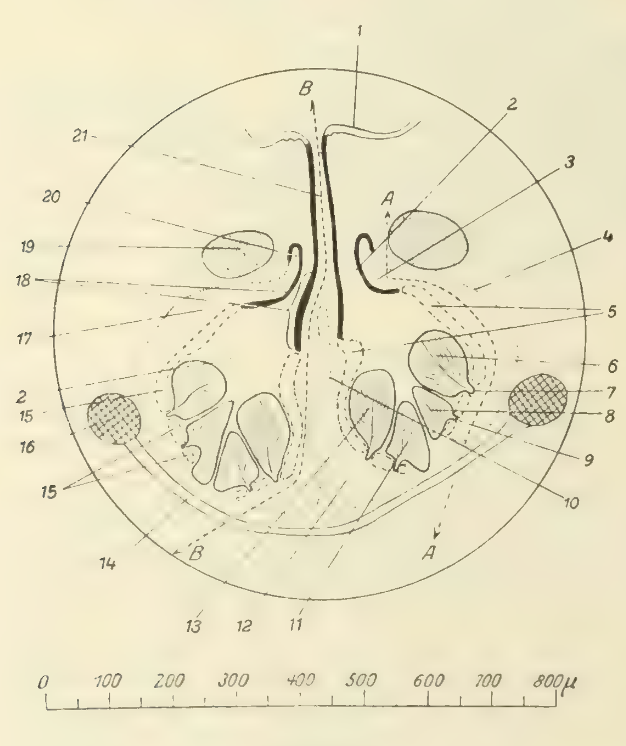
Am kranialen Pol des Rohres hat sich unterdessen durch eine leichte Einstülpung in seiner sagittalen Medianebene, die als medianes Septum (inneres Decklamellen-Epithel) später bis zum Ductus wächst, eine Zweiteilung zu vollziehen begonnen.

Die Differenzierungen der Drüsen-Lamelle bilden sich im vorderen Teil aus einer schon vorher angelegten Einstülpung, im hinteren aus bestimmten verdickten Wandungen der verschiedenen kaudalen Drüsenabschnitte.

Kiekebusch bestreitet die Angabe Dohrns, daß die Drüsenlamellen-Einstülpungen erst nach der vollständigen Zweiteilung der kranialen Drüsen-Lamelle entstehen.

Im kranialen Teil entsteht also die Einstülpung der Drüsenlamellen-Differenzierung in die Kammerhöhle sekundär, im kaudalen Teil primär durch Wachstum der in den Wandungen auftretenden Differenzierungen. Diese Differenzierungen sind die Drüsen-Lamelle im engeren Sinne (Drüsenzellen-Zylinder) und die Flimmer-Lamelle, sowie der meist zwischen den beiden befindliche mesenchymatische, aus dem umliegenden Bindegewebe im Lauf des Wachstums in sie eingedrungene Kern.

Die Schilddrüse besteht demnach zu Ende dieses Entwickelungs-Abschnittes aus der die Wand der kranialen Einstülpung, die lateralen, dorsalseits zusammenstoßenden Wände des medialen Kaudalrohres und die medialen Wände der lateralen kaudalen Zipfel bildenden Drüsen-Lamelle (die eigentlich die verdickte Wand der Drüse darstellt) und aus der Decklamelle, die im vorderen Teil, alle Rohrwände ausgenommen, die beiden Drüsenlamellen-Einstülpungen, in der kaudalen Drüsenhälfte die lateralen Wände der seitlichen Zipfel und den unteren Boden des mittleren Kaudalrohres bildet.

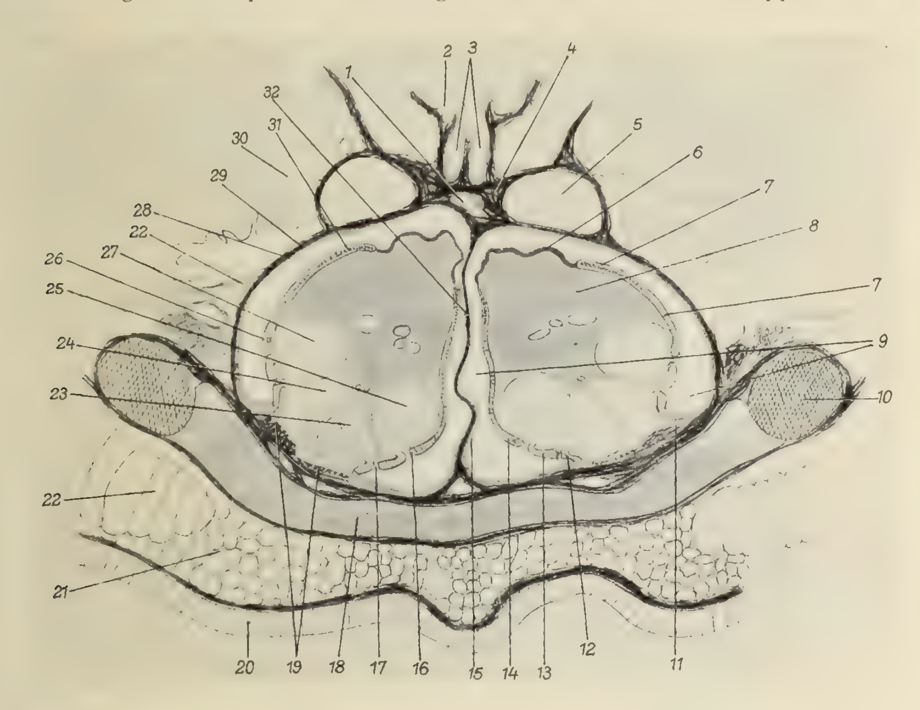


Figur 383.

Figur 383. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Schema eines Querschnittes durch die Thyreoidea im Bereich des schlitzförmigen medianen Drüseneinganges und hinter der Dreiteilung des Ductus thyreoideus. Die verschiedenen histologischen Bestandteile der Schilddrüse sind durch verschiedenartige Zeichnung wiedergegeben.* (*1*) ventrale Kiemen-Kante (Platten-Epithel der Kiemenhöhle); (*2*) mesenchymatischer Schilddrüsen-Kern; (*3*) rechte laterale kaudale Flimmer-Rinnen; (*4*) die Drüsen-Kammern nach außen auskleidendes Epithel der Decklamelle; (*5*) breite Flimmer-Zellen mit langen, dichten Flimmern; (*6*) a-Schenkel des rechten 1ten Drüsenzellen-Zylinders; (*7*) Sekretionsleiste von (*6*); (*8*) a-Schenkel des rechten 2ten Drüsenzellen-Zylinders; (*9*) Sekretionsleiste von (*8*); (*10*) medianes Septum, das in die mediane kaudale Drüsen-Kammer vorspringt (inneres Epithel der Decklamelle); (*11*) b-Schenkel des 2ten rechten Drüsenzellen-Zylinders; (*12*) mediane kaudale Drüsen-Kammer; (*13*) b-Schenkel des 1ten rechten Drüsenzellen-Zylinders; (*14*) »Schleimknorpel« (nach Schneider); (*15*) hohe Flimmer-Zellen mit langen, dichtstehenden Flimmern; (*16*) ventrale Kiemenknorpel-Spangen; (*17*) laterale kaudale Drüsen-Kammern; (*18*) niedrige Flimmer-Zellen der kranialen Flimmer-Streifen und kaudalen Flimmer-Rinnen; (*19*) Kiemen-Arterie; (*20*) laterale Verzweigung; (*21*) medianer Schlitz des Ductus thyreoideus. Die gestrichelten Linien *A* und *B* entsprechen den gleichbezeichneten Schnitten durch das Wachsmodell (Figur 382). (Nach Kiekebusch)

Das mediane Kaudalrohr krümmt sich dann noch weiter dorsal, wobei seine seitlichen Zipfel ebenso lang werden. Dann stoßen die seitlichen, hinteren Drüsen-Abschnitte hinter dem aufgebogenen mittleren Teil aneinander; der eingerollte Teil setzt diese Einrollung fort.

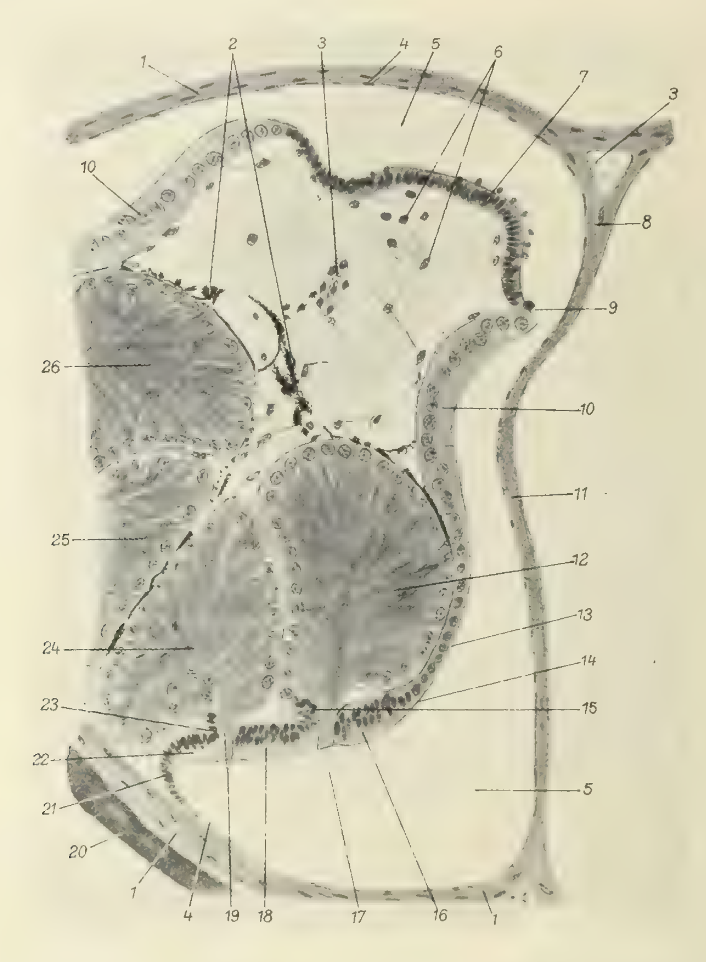
Die Drüsen-Lamelle differenziert sich in Zylinder, in denen die Drüsen-Zellen angeordnet sind, in die Flimmer-Lamelle und in den schon erwähnten mesenchymatischen Kern. Die beiden 1ten Differenzierungen wachsen vom Vorderende dieser Einstülpung allmählich gegen und auf die kaudalen Teile der Drüsen-Lamellen. Diese nehmen infolge der bereits kurz geschilderten Entwickelung der Thyreoidea im weiteren Verlauf ihrer Differenzierung sehr komplizierte Windungen an. An der vorderen Kuppe der kranialen



Figur 384. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *schematischer Querschnitt durch die kraniale Thyreoidea-Hälfte eines 150 Millimeter langen Ammocoetes.* Die gelben Körner in den Flimmer-Zellen durch schwarze Punkte angedeutet. (*1*) Blut-Gefäß; (*2*) ventrale Kiemen-Kante; (*3*) »Pseudo-Branchialrinnen« (nach Dohrn); (*4*) Bindegewebe; (*5*) Kiemen-Arterie (Arteria branchialis); (*6*) kraniale laterale Flimmer-Streifen (aus niedrigen Flimmer-Zellen); (*7*) breite Flimmer-Zellen mit langen, dichten Wimpern; (*8*) mesenchymatischer Kern der Schilddrüse; (*9*) kraniale Drüsen-Kammer; (*10*) ventrale Kiemenknorpel-Spangen; (*11*) hohe, flimmerlose Zellen an der Umbiegungsstelle der Drüsen- in die Deck-Lamelle; (*12*) bis (*14*) hohe Flimmer-Zellen mit langen, dichtstehenden Flimmern (Gruppe 1 bis 3); (*15*) medianes, den kranialen Schilddrüsenteil vollständig teilendes Septum des Decklamellen-Epithels; (*16*) Sekretionsleiste des b-Schenkels des 1ten, (*17*) des 2ten Drüsen-Zylinders; (*18*) »Schleimknorpel« (nach Schneider); (*19*) longitudinale Bindegewebs-Fasern; (*20*) Epidermis; (*21*) Fettgewebe; (*22*) Muskeln; (*23*) b-Schenkel; (*24*) a-Schenkel des 2ten Zylinders; (*25*) b-Schenkel des 1ten Zylinders; (*26*) Sekretkörner; (*27*) a-Schenkel des 1ten Zylinders; (*28*) die Drüsen-Kammern nach außen auskleidendes Decklamellen-Epithel; (*29*) Bindegewebs-Kapsel; (*30*) Kiemen-Blätter; (*31*) gelbe Körner im Epithel des Ductus; (*32*) Bindegewebs-Septum. (Nach Kiekebusch)

Einstülpungen hängen alle Bestandteile der Drüsen-Lamelle an einer Umbiegung zusammen. Sie hat 2 Schenkel, von denen der mediale bis in die Spitze der Spirale, der laterale bis in die Spitze des kaudalen Drüsenzipfels reicht. Die Drüsen-Zellen sind in Zylindern im Inneren der Drüsen-Lamellen angeordnet, die am kranialen Ende der Drüse eine Schleife bilden und mit dem einen Schenkel in die kaudale, mit dem anderen in die Spiralspitze auslaufen. Je 2 Zylinder finden sich auf jeder Drüsen-Lamelle (nicht 4, wie bei anderen Autoren angegeben), von denen der 1te von oben und von der Mitte her den 2ten umgreift, bis zu der Stelle, wo die medialen Schenkel in die Spirale gehen und die lateralen sich rückwärts aneinanderlegen. Jeder Drüsen-Zylinder besitzt eine

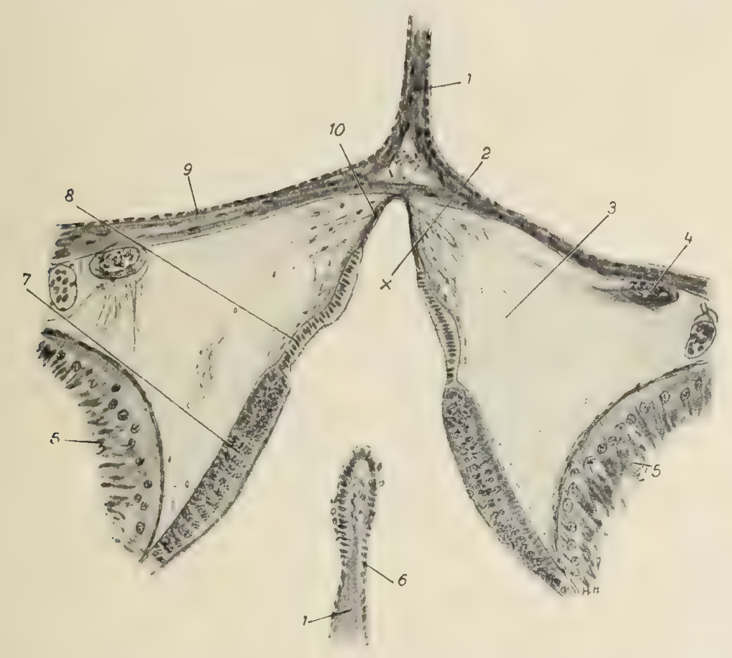
Sekretions-Leiste, die genau denselben Verlauf hat wie er. Sie zeigt einen die Mündung der Drüsen-Zellen gegen die Drüsen-Kammer bildenden Sekretpfropf. Der 2te, ontogenetisch später entstehende und zunächst kleiner bleibende Zylinder hat eine schmälere Sekretions-Leiste. Später holt er durch schnelleres Wachstum den 1ten ein und wird dann sogar etwas länger als er. Die Drüsen-Zellen entwickeln sich aus Flimmer-Zellen.



Figur 385. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Querschnitt durch den medialen Teil der linken Drüsen-Lamelle der Thyreoidea einer 40 Millimeter langen Larve.* (*1*) bindegewebige Schilddrüsen-Kapsel; (*2*) Pigment; (*3*) Blut-Gefäß; (*4*) äußeres Epithel der Deck-Lamelle; (*5*) Drüsen-Kammer (kraniale Kammer); (*6*) Kerne der verästelten Zellen des Mesenchyms; (*7*) niedrige Flimmer-Zellen; (*8*) Bindegewebs-Septum der Kapsel; (*9*) Grenze der breiten gegen die niedrigen Flimmer-Zellen; (*10*) hohe, breite Flimmer-Zellen; (*11*) inneres Epithel der Deck-Lamelle; (*12*) b-Schenkel des 1ten Zylinders; (*13*) niedrige, breite Flimmer-Zellen; (*14*) Grenze der hohen gegen die breiten Flimmer-Zellen; (*15*) Umbiegungsstelle der hohen Flimmer-Zellen in die Drüsen-Zellen des 1ten Zylinders; (*16*) 3ter Streifen der hohen Flimmer-Zellen; (*17*) Sekretions-Leiste Ib (b-Teil der 1ten Sekretions-Leiste); (*18*) 2ter Streifen der hohen Flimmer-Zellen; (*19*) Sekretions-Leiste IIb (b-Teil der 2ten Sekretions-Leiste); (*20*) Schleimknorpel; (*21*) hohe flimmerlose Zellen an der Übergangsstelle von der Drüsen- in die Deck-Lamelle; (*22*) 1ter Streifen der hohen Flimmer-Zellen; (*23*) Flimmer-Epithel; (*24*) b-Schenkel, (*25*) a-Schenkel des 2ten, (*26*) a-Schenkel des 1ten Zylinders. (Nach Kiekebusch)

Auch die Flimmer-Lamelle besteht nicht aus einheitlichem Flimmer-Epithel, sondern auf jeder Drüsen-Lamelle aus 3 verschiedenen Teilen: (1) 3 schmalen Flimmer-Streifen längs der Sekretions-Leisten, (2) einem breiteren Flimmer-Streifen auf den seitlichen Drüsenlamellen-Wänden und (3) einem an diese breiten Streifen angrenzenden schmäleren Flimmer-Streifen. (1) und (2) zeigen den gleichen Verlauf wie die Drüsenzellen-Zylinder und biegen auf der Oberfläche der kranialen Einstülpungskuppe um.

Der 3te Flimmer-Streifen bildet ein System von mehreren Ästen, derart, daß von den am Ausführungsgang miteinander zusammenhängenden Streifen 2 Äste auf der dorsalen Oberfläche der Drüsenlamellen-Einstülpungen nach vorn ziehen, die durch die Umbiegung der beiden anderen Bestandteile der Flimmer-Lamelle vor der kranialen Kuppe, sich in sich selbst gewissermaßen umbiegend, enden. 2 andere Äste ziehen — vom Aus-



Figur 386. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Querschnitt durch die mediane kaudale Flimmer-Rinne des 1ten Spiral-Abschnittes der Schilddrüse eines 150 Millimeter langen Ammocoetes.* (*1*) Bindegewebs-Septum der Kapsel; (*2*) mediane kaudale Rinne; (*3*) mesenchymatischer Kern der Schilddrüse; (*4*) Blutgefäß; (*5*) b-Schenkel des 1ten Zylinders; (*6*) inneres Epithel der Deck-Lamelle; (*7*) breite Flimmer-Zellen; (*8*) niedrige Flimmer-Zellen; (*9*) Epithel der Deck-Lamelle; (*10*) niedrige (flimmerlose) Zellen. (Nach Kiekebusch)

führungsgang an der dorsalen Umbiegungsstelle der Drüsen-Lamelle in die Deck-Lamelle — in den lateralen hinteren Drüsen-Abschnitt, in die kaudale Spitze. Dagegen zieht eine nach einer Seite offene, scharf abgesetzte Röhre, die an der dorsalseitlichen Verbindungsstelle der zur Drüsen-Lamelle gewordenen Seitenwand des ursprünglich medianen hinteren Drüsenrohrs entsteht, aus diesem Epithel vom Ductus in der sagittalen Medianebene nach hinten und verläuft nach dem Ende der Spirale zu.

Figur 387.

Figur 387. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Querschnitt durch die ventrale, kaudale Flimmer-Rinne des Kiemen-Darms hinter ihrer Mündung in den Ductus thyreoideus einer 150 Millimeter langen, ausgewachsenen Larve.* Schleimpfröpfe schwarz wiedergegeben. (*1*) Flimmer-Epithel; (*2*) ventrale Kiemen-Kante; (*3*) Platten-Epithel der Kiemen-Höhle; (*4*) Blut-Gefäß; (*5*) ventrale kaudale Flimmer-Rinne des Kiemen-Darms; (*6*) Bindegewebe; (*7*) Schleim-Pfröpfe. (Nach Kiekebusch)

Die Anordnung der Bestandteile der Flimmer-Lamelle gegenüber der der Drüsenzellen-Zylinder unterscheidet sich dadurch, daß ihre beiden auf jeder Drüsen-Lamelle befindlichen Schenkel kranial vom Ausführungsgang auf der dorsalen Oberfläche der vorderen Einstülpung zusammengewachsen sind, während hinter dem Ausführungsgang

der rechte und linke mediale Schenkel der beiden Flimmer-Lamellen in der sagittalen Medianebene dorsal verschmolzen sind. In beiden Fällen wird der Verwachsungsstreifen von einem Streifen von (3) gebildet.

Demnach läßt also auch der Bauplan der Flimmer-Lamellen eine kraniale Umbiegungsstelle erkennen, von der 2 Schenkel in die kaudalen Thyreoidea-Spitzen verlaufen.

Die das zusammenhängende System in der Drüse bildenden Streifen und Rinnen und wahrscheinlich auch die Flimmer-Streifen längs der Sekretions-Leisten [also (3) und (1)] haben lokomotorische Funktion, während der zwischen ihnen befindliche breite Flimmer-Streifen (2) unbewegliche Flimmern besitzt. Die Flimmern von (1) dürften in der Richtung auf die Äste von (3) zuschlagen, dessen Zellen wohl gegen den Ausführungsgang zu flimmern.

In späteren Entwickelungs-Stadien findet sich im Ausführungsgang eine Grenze zwischen den Zellen dieses Flimmer-Systems (3) und den an sie angrenzenden Zellen der Flimmerrinne der Kiemenhöhle, die im Gegensatz zu ihnen Schleimpfropfenbildung aufweist. Die gesamten Flimmerrinnen der Thyreoidea unterscheiden sich dadurch von den übrigen Flimmer-Rinnen der Kiemenhöhle, während die Pseudobranchialrinnen und die kaudalen, ventralen Flimmer-Rinnen des Kiemendarms hierin gleich sind.

Im Epithel der Flimmer-Lamelle erfolgen in der letzten larvalen Periode Veränderungen, die einerseits weit vor dem Zeitpunkt der Metamorphose liegen, andererseits der 1ten Entwickelungs-Periode der Schilddrüse fehlen. Es treten nämlich bei *etwa 70 bis 80 Millimeter langen Larven* in gewissen Epithel-Streifen gelbe Körnchen auf; weiter findet sich in den breiten Flimmer-Zellen eine Stäbchenmasse, die aus meist langen, stets in einer zur Epithel-Oberfläche senkrechten Richtung angeordneten Stäbchen besteht. Sie werden als Reservestoffe gedeutet.

Beim *erwachsenen Tier* ist die Thyreoidea in deutlicher Zurückbildung begriffen. Sie liegt dort in der Kiemengegend ventral vom Zungenstempel als eine Anzahl lang gewundener, blind geschlossener Schläuche, von denen jeder eine bindegewebige Propria besitzt, von einer einfachen Schicht schmaler Zylinder-Zellen mit basal gelegenem Kern ausgekleidet wird und in seinem Lumen zuweilen etwas körniges Sekret führt.

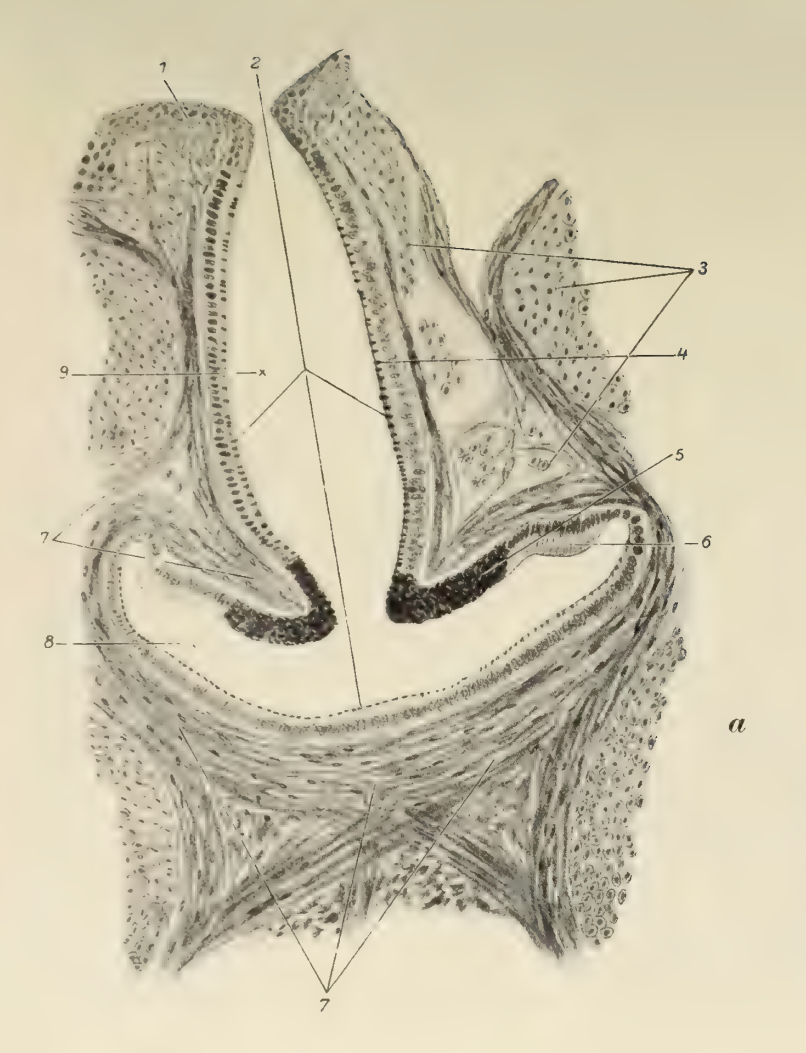
Nach Kiekebusch ist die Thyreoidea des Ammocoetes dem Endostyl der Tunicaten und der Acrania morphologisch homolog.

Von einigen Autoren wird die Thyreoidea-Natur dieser Drüse bestritten. Sie deuten sie als ein Sinnes-(Geschmacks-)Organ. Kiekebusch bestreitet diese Ansicht. Nach seiner Meinung ist eine Sekretion der Drüse auch bei *älteren Larven*, die gleichfalls von manchen Autoren bestritten wurde, sehr wahrscheinlich. Doch handelt es sich nicht um eine Schleim-Sekretion, die ja von Drüsen-Knospen in der Kiemendarmhöhle ausgeführt wird, sondern um Sekretion eines Stoffes, der wohl diesem Schleim beigemengt wird. Auch eine verdauende Tätigkeit der Thyreoidea wurde angenommen, jedoch nicht erwiesen. Desgleichen ist die Ansicht, daß wir es hier mit einer speicheldrüsenartigen Wirkung zu tun hätten (nach Kiekebusch) von der Hand zu weisen.

Leber, Gallenblase, Pankreas der Myxiniden

Die Leber besteht aus einem kleineren Vorder- und einem größeren Hinter-Lappen, der links vorwärts unter den Vorder-Lappen zieht und von ihm überdeckt wird. Zur Rechten springt die Gallenblase von dem Einschnitt zwischen ihnen vor und schmiegt sich, teilweise von beiden überdeckt, in den rechten hinteren Teil des vorderen und den vorderen Teil des Hinter-Lappens, die die für sie nötige »Aussparung« aufweisen. Der Vorderrand des vorderen Leber-Lappens liegt in der Höhe der 2ten äußeren Kiemen-Öffnung oder ein wenig vor ihm. Die 2 Leber-Lappen sind gewöhnlich vollständig voneinander getrennt, jeder hat seine eigene Serosa; es gibt aber auch Fälle, wo sie ein wenig ineinander übergehen, ja auch solche, wo nur 1 Lappen besteht.

Die Vena subintestinalis tritt unvermittelt aus der dem Hinterende des Hinter-Lappens gegenüber oder ein wenig vor ihm liegenden Darmwandpartie hervor, zieht längs des hinteren Vertikalrandes des Leber-Ligamentes abwärts bis zur Spitze des Hinter-Lappens, sodann längs der ganzen Ventralfläche des Hinter-Lappens vorwärts gegen den Sinus venosus und entsendet oft auch einen dünnen Ast längs der Dorsalfläche der Leber. In ihrem Verhalten finden sich manche individuellen Variationen.

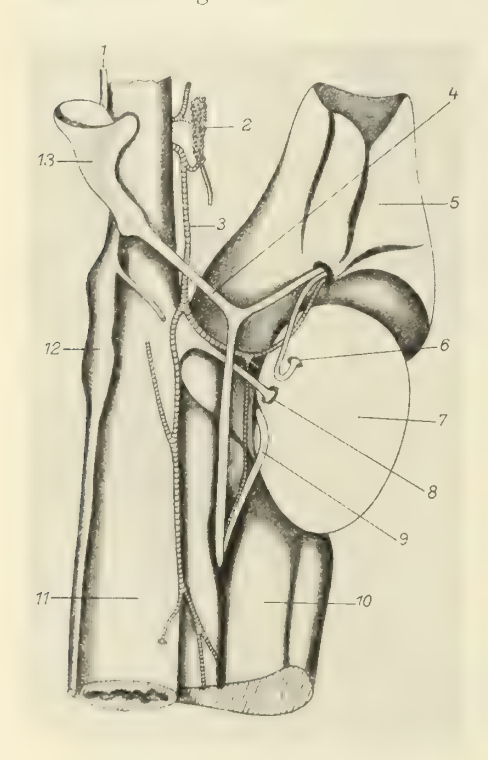




Figur 388. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Thyreoidea*, Querschnitte, ***a*** *durch den Ductus thyreoideus, kranial von seiner Einmündung in die Drüse;* ***b*** *durch den medianen Teil des ventralen Kiemenhöhlenbodens. Beides bei einer ausgewachsenen Larve.* (*1*) lateral von den Flimmer-Rinnen befindliches Platten-Epithel; (*2*) Flimmer-Epithel; (*3*) Blutgefäß; (*4*) Schleimpfropfen; (*5*) gelbe Körner im Epithel des Ductus; (*6*) Zylinder-Epithel des Ductus; (*7*) Bindegewebe: (*8*) laterale Verbreiterung des aus den vereinigten Pseudobranchialrinnen gebildeten Ductus thyreoideus; (*9*) medianer Schlitz des Ductus thyreoideus; (*10*) Pigment; (*11*) Recessus; (*12*) medial von den Flimmer-Rinnen befindliches Platten-Epithel der Kiemen-Höhle. (Nach Kiekebusch)

Das der Darmaufhängung dienende Mesenterium geht von der ventralen Darmwand als Ligamentum hepaticum zum hinteren Leber-Lappen, an den es sich in seiner ganzen Länge anheftet, ausgenommen im Gebiet der Gallenblase. Dort geht es nur lose von der Darmwand zur rechten Gallenblasenseite hinüber und ermöglicht dadurch den Durchtritt der einzelnen Gänge und Gefäße, die der Gallenblase und Leber zugehören.

Der Vorder-Lappen hat kein eigenes Ligament, ist jedoch gewöhnlich mit seiner hinteren Kante mehr oder weniger an den Hinter-Lappen angeheftet. Das Mesenterium geht zu ihm von der vorderen linken Oberfläche der Gallenblase hinüber und erreicht ihn hinter der Ein- und Austritts-Stelle seiner Gefäße; von da erstreckt es sich rückwärts in Form einer eigenen, den vorderen Leber-Lappen enthaltenden Tasche, die nur vorn, wo das Mesenterium von fast der ganzen Vorderkante des Lappens zur perikardio-peritonealen Scheidewand zieht, aus einer doppelten Scheide, also einem peritonealen und einem perikardialen Teil besteht. Dieser trennt die Leber von der Perikardialhöhle.



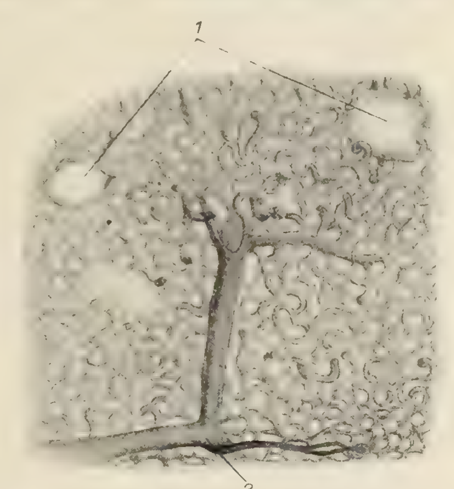
Figur 389.

Figur 389. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Portal-Herz, Gallen-Blase, Leber und umliegende Teile.* Die 2 Leber-Lappen mit der Gallen-Blase zur Linken abgebogen, Herz, Ligamentum hepaticum und Peritoneum cysticum mit dem Proximalteil der Vena cystica entfernt, Eingeweide leicht nach rechts verlagert. Arterien quergestrichelt. (*1*) vordere Portal-Vene; (*2*) Pronephros; (*3*) Arteria coeliaca; (*4*) gemeinsame Portal-Vene; (*5*) vorderer Leber-Lappen; (*6*) vorderer Ductus hepaticus; (*7*) Gallen-Blase; (*8*) Gallen-Gang; (*9*) hinterer Ductus hepaticus; (*10*) hinterer Leber-Lappen; (*11*) Mitteldarm; (*12*) Portal-Vene (Vena supraintestinalis); (*13*) Portal-Herz. (Nach Cole)

Die Gallenblase stellt einen verhältnismäßig sehr großen, dorsal von der Leber und vollständig auf der rechten Körperseite gelegenen Sack dar, in den von der Mittellinie der Dorsalfläche jedes Leber-Lappens je ein Lebergang (Ductus hepaticus) einmündet. Zwischen beiden verläßt der Gallengang die Ventromedialfläche der Gallenblase, zieht etwas vorwärts, wobei seine Wandung sich allmählich verdickt, und tritt ein wenig links von der ventralen Mittellinie und kurz hinter dem Herzen mit recht geräumiger Öffnung an der Spitze einer großen, rückwärts gerichteten Papille in den Darm ein. Der Gallengang und die Ductus hepatici haben jeder gesonderte Einmündung in die Gallenblase; insbesondere haben die beiden Ductus hepatici (nach Cole) keinerlei direkte Verbindung mit dem Gallengang, wie sie von anderen Autoren beschrieben worden ist. Der vordere Ductus hepaticus zieht von der Leber ziemlich gerade rückwärts und mündet nach einer »U«-förmigen Biegung in die Gallenblase, der hintere, der von der Leber vorwärts zieht, ist weniger stark gekrümmt (Figur 389). Jeder der beiden

Gänge ist von einem Ast der Vena portalis communis und einem Ast der Arteria coeliaca begleitet, die mit ihm gemeinsam in die Leber eintreten. Der sich in die Gallen- und Leber-Arterien teilende Zweig der Arteria coeliaca begleitet, dicht angeschlossen, den Gallengang. Diese Arterie kann auch paarig aus dem den Eingeweiden entlang laufenden und über oder unter der Wurzel des Gallenganges wegziehenden Haupt-Arterienstamm entspringen, wie sich überhaupt in dem Verhalten dieser Gefäße Verschiedenheiten bei *den einzelnen Tieren* feststellen lassen.

In den Sinus venosus öffnen sich, wie auch aus der Darstellung des Blutkreislaufes ersichtlich, die folgenden Lebergefäße, deren Verhalten bezüglich der Leber hier erörtert werden soll: (1) die hintere akzessorische Lebervene (Vena hepatica accessoria posterior, (2) die hintere Lebervene (Vena hepatica posterior, vena subintestinalis), (3) die vordere Lebervene (Vena hepatica anterior); und zwar (2) und (3) beinahe zugleich. Vor dieser Region, eine kurze Strecke vor der Einmündung von (3) erhält der Sinus venosus 7 unabhängige schmale vordere akzessorische Lebervenen (Venae hepaticae accessoriae anteriores) vom vorderen Leber-Lappen.



Figur 390. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *injizierte Vena portae in der Leber.* (*1*) Vena centralis; (*2*) Vena portae. (Nach Holm)

Wenn die Vena subintestinalis (Vena hepatica posterior) die hintere Spitze des hinteren Leber-Lappens erreicht hat, spaltet sie sich in 2 große Gefäße, von denen das eine, das Hauptgefäß, das trotz zahlreichen Gefäßaustausches mit der Leber und trotz der Aufnahme großer Venen aus ihr sehr konstante Lage hat, zur ventralen, konvexen, das andere zur dorsalen, konkaven Lappen-Oberfläche zieht. Dieses letztere teilt sich abermals mehrere Male dichotomisch und löst sich schließlich zwischen den einzelnen Leber-Tubuli auf.

Die Vena hepatica posterior wirkt bloß als Blutsammler in der Leber, schafft also Blut aus ihr heraus und ist ein rein ausführendes Gefäß. Sie verläßt den Hinter-Lappen an seinem äußersten Vorderende und ist die hauptsächliche, manchmal auch die einzige Vena hepatica, da das andere Gefäß, die Vena hepatica accessoria, die gleichfalls Blut von den unregelmäßigen Zwischenräumen zwischen den Leber-Tubuli erhält, nicht immer vorhanden ist. Die Vena hepatica anterior versorgt den vorderen Leber-Lappen in ähnlicher Weise wie die Vena hepatica posterior den hinteren.

Die größeren Zweige der Vena subintestinalis stellen unbegrenzte, unregelmäßige Zwischenräume zwischen den Leber-Tubuli dar, während die der Vena portalis eine deutliche bindegewebige Scheide besitzen und durch Elemente des Ductus hepaticus umgeben sind, überdies aber auch eine größere Menge Blut besitzen. Gleichwohl aber kommunizieren die beiden Arten von Räumen in der Leber frei miteinander, wie sich durch Injektionen erweisen läßt.

Die Vena portalis spaltet sich beim Eintritt in die Leber in eine Anzahl größerer, im Verhältnis zur Vene selber eine beträchtliche Blutmenge fassender

Gefäße. Nach deren Größe zu schließen muß der Blutdruck in der Leber nur ein geringer sein.

Während der den hinteren Leber-Lappen versorgende Ast der Vena portalis an der Oberfläche dieses Lappens rückwärts zieht, gibt er vor seiner Einsenkung in ihn ein in das Innere des Vorderteils dieses Lappens bis nahe an dessen vordere Spitze vorwärtslaufendes großes Gefäß ab, sodann ein großes anderes, den zentralen Teil des Leber-Lappens versorgendes, worauf er an der Austrittsstelle des Ductus hepaticus in die Leber eintritt. Er zieht ziemlich oberflächlich längsseit, mit den größeren Elementen des Ductus hepaticus vergesellschaftet, gibt große Gefäße ins Innere ab und dringt dann, immer noch die erwähnten Elemente des Ductus hepaticus begleitend, in das Zentrum ein, um schließlich im hinteren Teil des Lappens, wo der Ductus hepaticus durch eine große Zahl sehr kleiner Tubuli vertreten ist, in 2, dann in 4 Äste zu zerfallen und sich in gleicher Weise immer weiter zu teilen, bis seine Selbständigkeit nicht mehr länger feststellbar ist.

Der den vorderen Leber-Lappen versorgende Ast der Vena portalis gibt 2 große rückwärtsziehende, den Teil des Vorder-Lappens hinter dem Austritt des Ductus hepaticus durchstreichende Äste ab, während sein Rest, gleichfalls in Gesellschaft der Elemente des Ductus hepaticus, vorwärtszieht und sich (sowie der Endteil der Vena portalis für den hinteren Lappen) schließlich in Endäste aufspaltet.

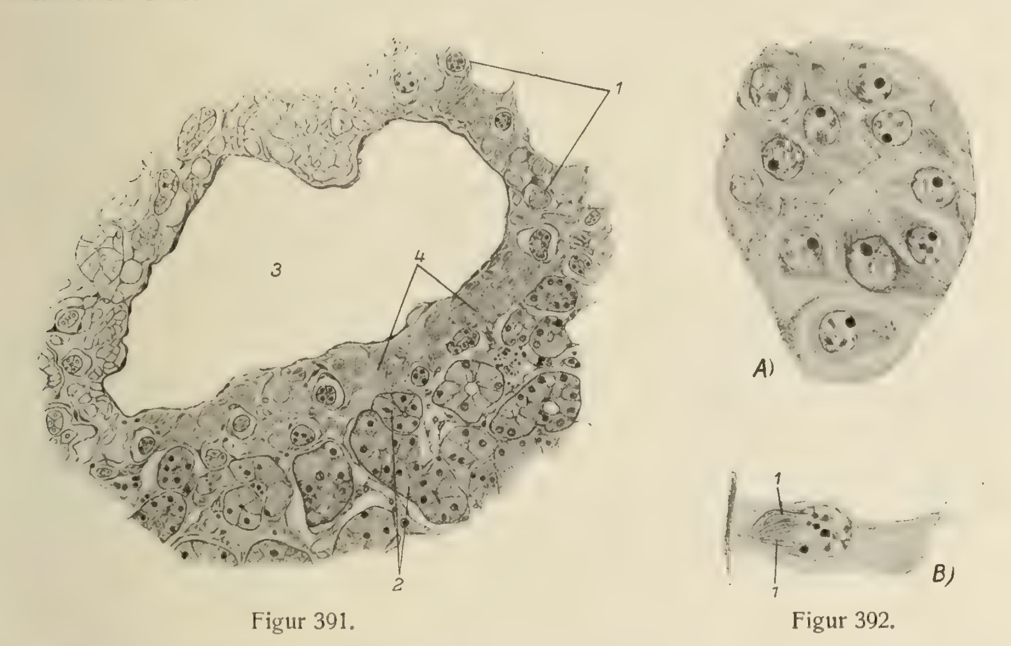
Nahe dem Austrittspunkt aus der Leber finden sich Portalkanäle, die aus einem oder mehreren in den bindegewebigen Scheiden eingeschlossenen Ästen der Portalvene, der Leberarterie und des Lebergangs bestehen. Die Arterie ist durch ihre scharfe Begrenzung und deren dicht beisammenliegende in das Lumen hineinragende Kerne kenntlich. Der hintere Leber-Gang (Ductus hepaticus posterior) nimmt nach dem Verlassen seines Leber-Lappens einen geräumigen Gang vom vorderen Abschnitt des Lappens auf, der, vorwärtsziehend, vor dem Eindringen in die Leber in eine sehr große Zahl kleinerer, um die Vena portalis und deren Zweige gelagerter Gänge aufsplittert, in die sich die Leber-Tubuli öffnen. Ähnlich verhält sich auch der hinter ihm liegende, nach hinten ziehende Haupt-Stamm des Ductus hepaticus posterior, indem er jedesmal, wenn die Portalvene einen großen Ast abgibt, gleichfalls einen korrespondierenden Zweig bildet, der sich sofort in eine große Zahl kleinerer, die Vene umringender Tubuli aufspaltet. Doch behält dieser hintere Haupt-Stamm auch in der Leber — bis zur Teilung der Vena portalis in 2 Gefäße — seine Selbständigkeit, um sich sodann in zahlreiche kleine Tubuli aufzulösen.

Der vordere Leber-Gang (Ductus hepaticus anterior) verläßt die Leber in Gestalt von 2 sofort sich vereinigenden Röhren, von denen jede wieder durch Verbindung von 2 Gängen gebildet wird, die zusammen mit der Vena portalis in die Leber eintreten. Das Verhalten in der Leber ist in der Hauptsache ähnlich dem des Ductus hepaticus posterior im hinteren Leber-Lappen.

Die Leber ist sehr gefäßreich und enthält zuweilen sehr große, unregelmäßige, bloß teilweise mit Blut gefüllte Räume, die, wie schon erwähnt, soweit sie dem System der Vena subintestinalis und Vena hepatica angehören, keine Wandungen, soweit sie der Vena portalis zugehören, deutliche bindegewebige Wände aufweisen. Beide gehen unmittelbar ineinander über. Jedes Leber-Röhrchen ist vollständig durch einen Gefäß-Raum umgeben, so daß die Leber mehr

Blut-Gewebe als Leber-Röhrchen besitzt. Niemals aber dringt ein Gefäß in einen Tubulus ein, sondern sie bleiben immer draußen: es gibt keine interzellulären oder intratubulären Gefäße. Ein spärliches Gefäß-Netzwerk dringt überall zwischen die Leber-Tubuli und bildet einen Sinus reticularis, jedoch kein Kapillar-System.

Das Vorhandensein ungestreifter Muskelfasern um die größeren Leber-Gefäße bestreitet Cole.



Figur 391. Figur 392.

Figur 391. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Bau der Leber.* (*1*) Gallen-Gänge; (*2*) Drüsen-Schläuche; (*3*) Blut-Gefäß; (*4*) Bindegewebs-Fasern. (Nach Holm)

Figur 392. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *A Schrägschnitt durch einen Leber-Tubulus eines jungen Tieres.* Die Zentralkapillare ist getroffen, darüber eine quergetroffene Seitenkapillare. Die Zell-Kerne eingebettet in fädig strukturierte spindelförmige Körper. *B Leber-Zelle mit ruhendem Kern, an den achromatische Fäden und Zugbändchen, die das Zentrosom mit den Chromosomen verbinden, herantreten.* (*1*) Zugbändchen. (Nach Braus)

Die Leber *der Myxiniden* ist eine einfache, tubuläre oder traubenförmige Drüse, deren untereinander gleiche Tubuli blind sind, ohne Netze zu bilden. Sie ist in serösen und in fibrösen langkernigen Häuten eingeschlossen. Es finden sich keine Bälkchen im Inneren, die Verzweigungen zwischen den Tubuli bilden würden, sondern bloß außerordentlich einfaches, bindegewebiges Stützwerk, doch weisen einige von den großen oberflächlichen Blutgefäßen bindegewebige Verbindung mit der äußeren fibrösen Umhüllung auf.

Die im Querschnitt kreisrunden oder ovalen Tubuli haben eine sehr dünne, zellenlose Grundmembran und eine je nach der Tätigkeit des einzelnen Tubulus verschiedene — große unregelmäßig gestaltete oder kleine runde oder vollständig fehlende — innere Höhlung. Die an der Oberfläche befindlichen Tubuli sind größer, haben größere Höhlung, stark vakuolisiertes Plasma und liegen nicht so dicht beieinander.

Das Zytoplasma der Leber-Zellen ist meist stark vakuolisiert. Ihre Kerne sind sphärisch, doch finden sich stellenweise auch Zellen mit solidem Zytoplasma und größeren Kernen. Kleine Massen von Fett-Gewebe sind zwischen den Tubuli zerstreut.

Die Leber der Myxiniden entspricht der der höheren Chordaten, ist also eine richtige Vertebraten-Leber, wie biochemische Untersuchungen beweisen. Ihre Galle ist eine neutrale, opake, grünlich-braune Flüssigkeit, die infolge eines geringeren Prozentsatzes von Mucin wässeriger ist als zum Beispiel die Ochsengalle und bitter schmeckt.

Die Gallenblase wird durch ein 1-schichtiges Epithel aus langen, schmalen Zellen begrenzt, die nicht in Berührung miteinander sind, sondern durch schmale Zwischenräume getrennt werden und deren Zellplasma grob vakuolisiert, deren Kern an der Basis gelegen ist. Gegen das Lumen der Gallenblase geben sie oft zahlreiche, festhaftende Tröpfchen ab. Das Epithel wird dicht umkleidet von einer 3-schichtigen, fibrösen Hülle, die in der Hauptsache die mit einem gutentwickelten Kapillar-System ausgestattete Gefäßversorgung der Gallenblase vermittelt und in der Arterien und Venen und deren verbindende Kapillaren leicht feststellbar sind. Die Blutgefäße gehen in großer Zahl bis dicht unter das Epithel. Meist liegen jedoch einzelne Bindegewebsfasern zwischen den Gefäßen und der Basis der Epithel-Zellen; aber auch zwischen diese Zellen dringen feine Kapillaren ein. Die 2 bis 3 Schichten der faserigen Hülle bestehen aus je einer inneren und äußeren, hauptsächlich aus Längsfasern gebildeten Bindegewebs-Lage und einer mittleren, stellenweise unterbrochenen muskulären Transversalschicht mit viel zahlreicheren, regelmäßiger liegenden Kernen und deutlich parallelem Faserverlauf. Die innere Bindegewebslage ist die gefäßreichste. Es kann aber auch die äußere Schicht muskulär und die zentrale bindegewebig sein, sowie auch in verschiedenen Regionen derselben Gallenblase verschiedene Verhältnisse auftreten können. Diese Variabilität erklärt auch die Angabe von Maas, daß er nur 2 Lagen von ungestreiften Muskelfasern, eine zirkuläre und eine longitudinale, um die Gallenblase gefunden habe.

Ein Querschnitt durch den Leber-Gang (Ductus hepaticus) zeigt 3 Lumina. Das größte, im Querschnitt kreisrund, ist der Ductus selbst, dessen Höhlung nicht überall gleich weit, sondern stellenweise eingekerbt ist. Das nächste ist der eine der beiden Äste der Vena portalis und das kleinste ist ein Ast der Arteria coeliaca. Der Vene und Arterie ist der begleitende Nerv angelagert, außerdem finden sich noch schmälere Gefäße und Nerven.

Auch der Lebergang wird durch ein 1-schichtiges, aus sehr hohen, langen Zellen mit basalen, blasigen, ovalen Kernen bestehendes Epithel ohne Basalmembran gebildet, unter dem sich unmittelbar ein reiches Netzwerk von Gefäßen findet und das durch eine Hülle von grobem, die Nervenbündel enthaltendem Bindegewebe eingeschlossen wird. Das Zellplasma ist granulär, manchmal auch vakuolisiert, die Zellgrenzen sind nicht sehr deutlich.

Der Ductus hepaticus durchbohrt die Gallenblasen-Wand nicht senkrecht, sondern sehr schief, so daß eine Art Klappe beim Eingang gebildet wird, an der auch der Übergang der Zellen des Ductus hepaticus in die kleineren, niedrigeren und mehr vakuolisierten der Gallenblase stattfindet. An der Seite dieser Klappe ist der Übergang in die anderen Zellen- und Kernformen viel allmählicher und daher unmerklicher.

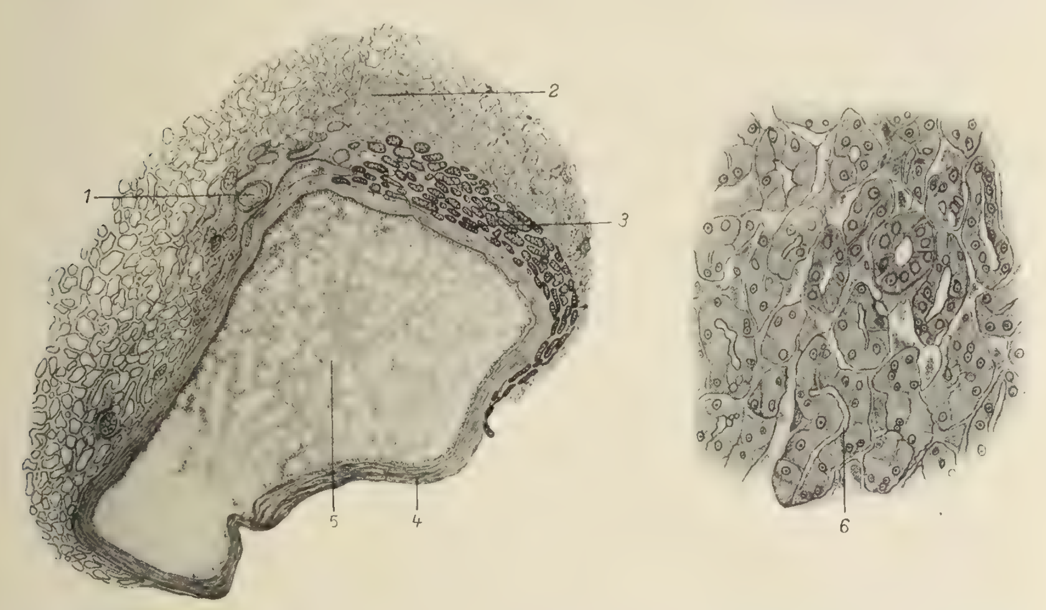
Der Gallen-Gang ist, abgesehen von der bedeutenderen Größe seines Lumens und der größeren Dicke seiner Wand, im wesentlichen gleich gebaut wie der Ductus hepaticus. Auch er öffnet sich schief in die Gallen-Blase, jedoch ohne Klappe. In der Nähe des Darmes, in den er rechtwinklig durch eine große Öffnung an der Spitze einer Papille eintritt, verdickt sich seine Wand durch den Pankreas, dessen Drüsen (Acini) innerhalb der bindegewebigen Gallengang-Scheide gelegen sind. Ungestreifte Muskelfasern finden sich an der Einmündungsstelle und auch in anderen Teilen des Gallen-Ganges, manchmal auch eine unmittelbar dem Epithelium außen anliegende Lage solcher Muskelfasern. Das Lumen des Gallen-Ganges weist Gruben und Taschen von verschiedener Größe und Gestalt auf, die sowohl durch die Faltung des Epithels als auch durch die verschiedene Höhe der Zellen seiner Wandung gebildet werden. Sie sind manchmal lang und eng wie die Endigungen von Drüsenausgängen, endigen aber fast immer blind, nur zuweilen in einer ampullenförmigen Erweiterung, ohne die Peripherie des Epitheliums zu erreichen. Auch außerhalb der »Pankreas-Region« des Gallen-Ganges treten sie auf. Hinwieder erscheinen gangähnliche oder blasenartige Höhlungen ziemlich häufig im Epithelium, die blind in beiden Richtungen endigen. Ihre Höhlung wird durch eine Lage nicht-drüsiger Epithel-Zellen, ähnlich denen des Gallengang-Epithels, gebildet, wodurch das Epithel des Gallen-Ganges in diesen Teilen oft einen mehrschichtigen Charakter erhält.

Die freie Epithel-Oberfläche hat einen scharfen Kutikularsaum und »stößt sich« gegen die Höhlung ab, in die sie auch eine stark färbbare Substanz abgibt. Die Epithel-Zellen haben gut ausgeprägte Zellwände und ovale, lichte, blasige Kerne.

Pankreas

Erst zu Ende des 19ten Jahrhunderts wurde durch Maas ein pankreasähnliches Organ bei *den Myxiniden, und zwar bei beiden Gattungen*, beschrieben. Es besteht aus einem drüsigen, mit freiem Auge als gelblich-weiße, lappige Umhüllung des fest damit verbundenen Gallen-Ganges und Darmes sichtbaren Organ,

das einen Teil des Gallen-Ganges umgibt, zum Teil auch in der Serosa des Darmes eingebettet ist und bei *älteren Tieren* stärkere Entwickelung zeigt. Die drüsige Masse liegt nicht symmetrisch um den Ductus, sondern hauptsächlich an seiner linken Seite und verengert sich gegen die Seite der Gallen-Blase zu, während sie in der Nähe der Gallengang-Öffnung in den Darm einen so ziemlich gleichförmig auf allen Seiten entwickelten Ring bildet. Das Organ, das sich auf etwas mehr als die halbe dem Darm zugekehrte Länge des Gallen-Ganges erstreckt, besteht aus einer Anzahl von Lobuli. Jedes dieser Läppchen hat eine mit dem



Figur 393. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: feinerer Bau der Leber des Ammocoetes.* (*1*) großer Gallen-Gang; (*2*) Drüsen-Schläuche; (*3*) Gallen-Gänge; (*4*) faserige Wand der Gallen-Blase; (*5*) Gallen-Blase; (*6*) Sekret- oder Gallen-Kapillare. (Nach Holm)

Lumen des Gallen-Ganges in Verbindung stehende Höhlung, deren Inhalt also in den Gallen-Gang ergossen wird. Im Gegensatz zu Maas sind nach den Untersuchungen von Cole nahezu alle Lobuli des Pankreas, den er als ausführungslose Drüse bezeichnet, getrennt vom Lumen des Gallen-Ganges und besitzen also keine Öffnung in ihm.

Cole spricht die Meinung aus, daß diese verschiedenen Befunde, »die beide richtig sein mögen«, daraus zu erklären sein könnten, daß *es verschiedene Rassen oder Varietäten von Myxine* gäbe. Es ist aber wohl näherliegend, anzunehmen, daß das Organ zu verschiedenen Zeiten seiner Funktion verschiedene Gestaltung habe oder daß es als ein erst in Entstehung und Entwickelung begriffenes Organ (phylogenetisch gesprochen) noch eine so starke Labilität bei *ein und derselben Art* aufweist, wie dies die beiden Darstellungen erkennen lassen.

Auch die Struktur der Pankreas-Alveolen variiert ja nach seinen Ausführungen sehr beträchtlich. Sie liegen seiner Darstellung zufolge, wie schon erwähnt, innerhalb der bindegewebigen Hülle des Gallen-Ganges, gewöhnlich so, daß mehr Bindegewebe zwischen ihnen und der Außenfläche als zwischen ihnen und der Innenfläche dieser bindegewebigen Hülle vorhanden ist.

Die Lobuli liegen meist büschelweise rund um die distale Hälfte des Gallen-Ganges, dessen Gefäßplexus auch zwischen sie eintritt, ohne jedoch in ihr Inneres selbst Gefäße hineinzusenden. Auch die ganze Pankreas-Drüse ist durch eine bindegewebige Scheide umhüllt, die auch jeden Lobulus vom anderen trennt. Basalmembran besitzen die Alveolen keine, jedoch eine sehr dünne Lage von ungestreiften Muskeln, die sie von der binde-

gewebigen Hülle trennt. Es finden sich auch vollständig solide Lobuli, manchmal sogar in großer Anzahl. Manchmal haben die Lobuli auch an Stelle einer einzigen Höhlung 5 und mehr kleinere, die von einem ähnlichen Epithel wie das des Gallen-Ganges umgeben werden, so daß sie wie »Auswüchse des Gallen-Ganges« aussehen. Die beieinander liegenden Lobuli dichotomieren, so daß sie verbundene Gruppen nach der Art einer acinösen Drüse bilden, doch gibt es auch einzeln liegende Lobuli. *Manchmal* enthalten die Lobuli eine farblose Flüssigkeit, *das andere Mal* eine körnige Substanz mit verschieden großen Einschlüssen, zum Teil von konzentrischem Aussehen.

Die Lobuli haben einen epithelialen und einen sekretorischen Teil, welch letzterer ovale oder runde Kerne besitzt und im allgemeinen bis auf kleinere, aber deutliche Unterschiede dem epithelialen gleicht. Die Zellgrenzen sind oft nahezu unsichtbar, manchmal aber auch ganz deutlich. Inter- oder intrazelluläre Höhlungen (wie sie Maas beschrieben hat) bestreitet Cole, meint aber, daß das auf Verschiedenheit des Funktions-Zustandes zurückgeführt werden könnte.

Nach Cole dürfte es sich beim Pankreas um eine Schleimdrüse handeln.

Der Übersichtlichkeit halber sei auch die Darstellung der *larvalen Ammocoetes-Leber* schon hier im Zusammenhang mit der Beschreibung *der Leber des erwachsenen Tieres* gegeben, die ihr gegenüber allmählich in Rückbildung tritt.

Leber von Ammocoetes

Die Leber liegt bei *Ammocoetes* im vorderen Teile der Abdominalhöhle, in der Mittellinie durch ein Ligamentum medianum ventrale hepatis, durch Blutgefäße und den Gallen-Gang befestigt. Ihre größte Länge hat sie im rechten Teil. Die Gallenblase liegt bei *den jüngsten Stadien* ventral. Die Blase wird durch eine Schicht aus Gallen-Gängen umgeben. Außerhalb dieser Schicht liegt ein Drüsengewebe. Größere Blutgefäße im Inneren der Leber finden sich ebensowenig wie glatte Muskelfasern oder Bindegewebe *in diesem Stadium.* Die großen Blutgefäße scheinen in ein die ganze Leber durchsetzendes Kapillarennetz zu zerfallen. Die bindegewebige Leberkapsel ist dünn; die Wand der Gallenblase besteht aus der Epithelschicht und der Tunica propria. Die Anordnung der sekretliefernden Schläuche ist der von *Myxine* Linnaeus ähnlich; überall sind Interzellulargänge vorhanden.

In diesem Stadium ist *die Ammocoetes-Leber* sowie *die der Myxiniden einer zusammengesetzten tubulösen Drüse gleichzustellen.*

Mit dem weiteren Wachstum *der Ammocoeten* wird die Galle immer mehr reduziert und in die die Leber umgebende bindegewebige Kapsel hinausgedrängt. Es sind nur noch einige größere Gallen-Gänge vorhanden, die nun in der bindegewebigen Kapsel oder in deren Nähe liegen. Dagegen entwickelt sich das Blutgefäß-System mächtig. Große Blutgefäße finden sich auch im Inneren der Leber. Obwohl die tubulöse Struktur der Leber noch zu erkennen ist, liegen die Zellen dann ganz locker und bilden hier und da Schläuche mit Sekretkapillaren. Der zum Darm hinführende Kanal *der jüngeren Stadien* obliteriert, Gallenblase, Gallen-Gang und Kapillaren verschwinden, und die größer werdenden Blutkapillaren umspülen die Zellbalken nicht mehr.

Nach Dervieux' Untersuchungen an *Ammocoetes* sind die Leberzylinder (Tubuli) verzweigt und formen entweder ein gleichmäßig kompaktes Gewebe in allen Teilen der Leber, oder die Blutkapillaren der Peripherie sind größer, dagegen die Leberzylinder weniger zahlreich und dicht. Auch in diesem Gewebe findet sich Pigment. Jeder Zylinder ist von Leber-Zellen mit zahlreichen Granulationen, insbesondere gegen die der Gallenkapillare benachbarte Innenseite zu, gebildet. Die Arteria hepatica, die von der Arteria coeliaca vor ihrem Eintritt in die Spiralklappe des Darmes entspringt, verläuft bis zu ihrem Eintritt in die Leber dem Gallen-Gang benachbart. Die bei *verschiedenen Individuen und Altersgrößen* große Variabilität aufweisende Vena portalis, die an der hinteren Leberspitze eintritt, hält sich anfangs auf der Dorsalfläche der Leber und der peritonealen, die Leber umgebenden Serosa, so daß sie auch von außen sichtbar ist, und tritt dann in

die Lebersubstanz ein. Sie sendet einige große Zweige vor allem auf die linke Seite. Der Hauptzweig der Vena portalis endet mit einigen Ästen, die sich bis nach vorn gegen die Gallenblase erstrecken. Außer dieser auf der ventralen Fläche gelegenen Vena hepatica finden sich noch 2 auf der dorsalen Seite verlaufende Lebergefäße. Nach Dervieux bestehen auch in der Zahl und Anordnung der Lebergänge große Unterschiede beim *Ammocoetes*.

Die mittlere dorsale Partie der Leber wird ausgefüllt von vielen gewundenen und verzweigten, von Ästchen der Vena portalis begleiteten Lebergangtubuli.

Die Gallenblase ist bei *den jüngsten Ammocoetes-Formen* von einem Pflaster-, bei *älteren* von einem kubischen Epithel ausgekleidet.

Der ausführende Gallen-Gang hat beim *Ammocoetes* eine ziemlich bedeutende Länge in Begleitung der Arteria coeliaca, sowie schließlich in der Spiralklappe des Darmes; er entspringt vom linken hinteren Gallenblasenteil. Er kann in 2 Teile unterschieden werden. Der 1te geht von der Einmündung der Gallenblase bis zur Einmündung der letzten Lebergänge und hat verhältnismäßig kleines Lumen, der 2te von da bis zum Darm, wo sein Lumen doppelt oder 3-fach größer als das des 1ten Teiles ist. Die Galle der sehr zahlreichen Leberkanälchen, die den letzten Lebergängen angehören, dürfte daher nur zum kleinsten Teil in die Gallenblase gehen, vielmehr direkt von der Leber in den Darm.

Der gewebliche Bau des Gallen-Ganges ist derselbe wie der der Lebergänge. Sein Epithel ist (nach Leydig) von einem ziemlich hohen Flimmerbelag bedeckt, ausgenommen in dem Gebiet der Einmündung der letzten Lebergänge und seiner Anlagerung an die Arteria coeliaca.

Leber der Petromyzoniden

Bei *den erwachsenen Petromyzoniden* umfaßt die Leber den Darm von rechts her in dem Gebiet, in dem der Vorderdarm in den Mitteldarm übergeht. Vorn liegt ihr der Herzbeutel dicht an. Sie erfährt durch die Entwickelung der fast die ganze Körperhöhle ausfüllenden Fortpflanzungs-Organe auch von außen merkbare Zusammenpressungen. Ihr vorderer Teil hat [bei *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus)] eine dem knorpeligen Perikard anliegende konkave Fläche. Außer durch das mediane Ventralligament wird die Leber *des erwachsenen Tieres* auch noch im vorderen dorsalen Teil durch Bindegewebe festgeheftet.

Nach Dervieux' Beobachtungen hat die Leber *der erwachsenen Tiere* ihre größte Entwickelung unmittelbar *nach der Metamorphose* und nimmt *dann allmählich* an Größe ab. Die Leberzylinder (Drüsenschläuche) sind von *denen der Larve* recht verschieden: sie werden zusammengedrängt und liegen zentral. Sekretkapillaren sind nur sehr selten zu sehen. Die Zellen sind ohne ein System angeordnet, die Blutkapillaren sehr groß. Ein die Zellbalken durchdringendes interzelluläres Sekretkapillarnetz ist entwickelt und überall in Verbindung mit den Blutkapillaren, jedoch von der Blutmasse selbst durch die sehr dünne Kapillargefäßmembran geschieden.

Der Blutkreislauf der Leber ist insofern auch stärker ausgebildet, als die Arteria coeliaca nun in eine kleine Vertiefung der Lebersubstanz hineinreicht und von der Serosa perihepatica bedeckt wird. Sie läßt sich leicht als großes Gefäß im vorderen Teil auf der dorsalen Fläche erkennen. Im Gebiete des Pankreas teilt sie sich in 2 Teile, einen sehr kleinen, zu den Eingeweiden gehenden Ast, und einen 4- bis 5-mal dickeren, die Arteria hepatica. Sie ist dort sogar größer als die Arteria coeliaca, von der sie entspringt. In die Leber eingetreten, teilt sie sich in einen linken und rechten Zweig und verbreitet sich dann in leicht verfolgbare Äste und Ästchen durch die ganze Leber.

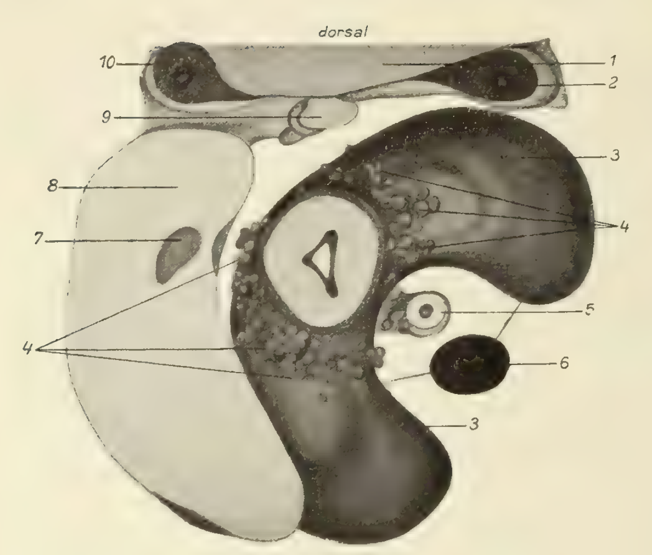
Die Vena portalis tritt dort, wo die Leber in Verbindung mit dem Darm ist, auf der Dorsalseite in sie ein. Die Venae hepaticae zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten.

Die *während der Metamorphose* immer kleiner werdende Galle verschwindet schließlich gänzlich. An die Gallenwand angeheftet, findet sich ein kleiner Strang des exkretorischen Kanals. Niemals hat der exkretorische Kanal eine Öffnung in den Darm.

Nach Dervieux verliert die Leber *des erwachsenen Tieres* die Fähigkeit der Gallensekretion.

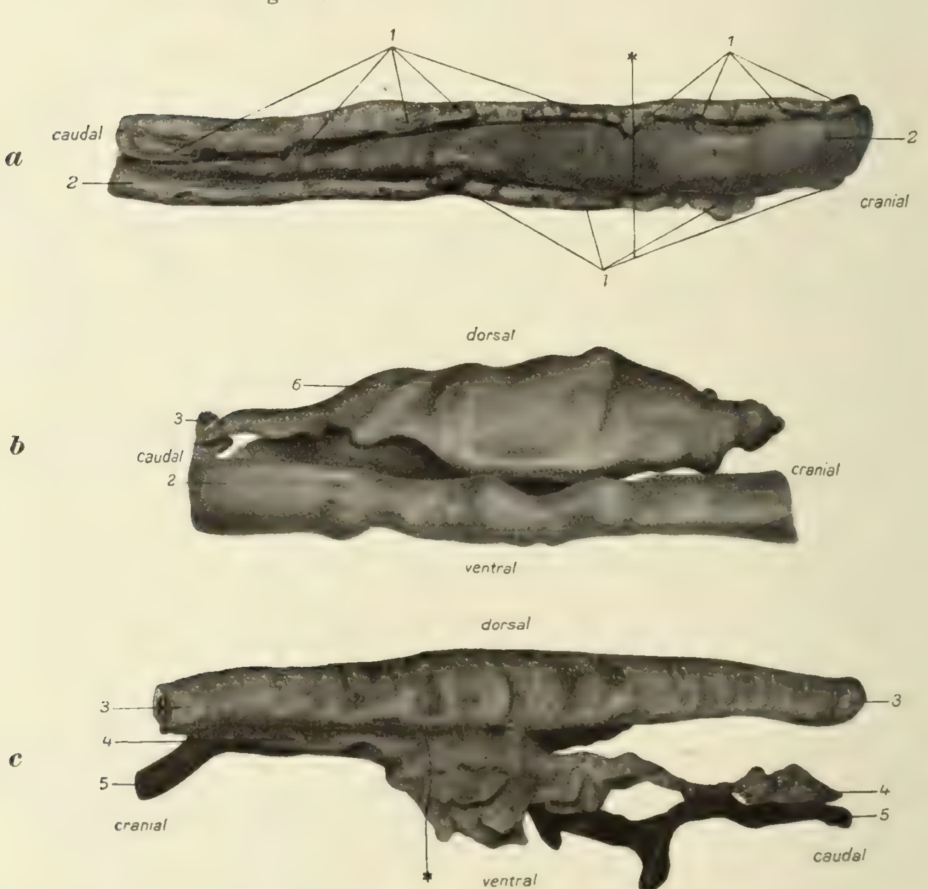
Pankreas der Petromyzoniden

Im Übergangsgebiet von Vorderdarm und Mitteldarm entwickeln sich viele Follikel-Anlagen hauptsächlich vom Mitteldarm, aber auch vom Ductus choledochus: die Anlage des Pankreas, der ursprünglich frei von der Leber ist, sich später aber mit seinem kaudalen Teil



Figur 394.

Figur 394. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Abschnürung der Pankreas-Knospen vom Darm-Epithel bei einem Ammocoetes von 40 Millimeter Länge.* Ansicht von vorn auf das Modell. (*1*) Vena cardinalis; (*2*) Wolffscher Gang; (*3*) Epithel des Darmes; (*4*) Pankreas-Knospen; (*5*) Ductus choledochus; (*6*) Arteria coeliaca; (*7*) Vena portae; (*8*) Leber; (*9*) Keim-Drüse; (*10*) Urniere. (Nach Boenig)

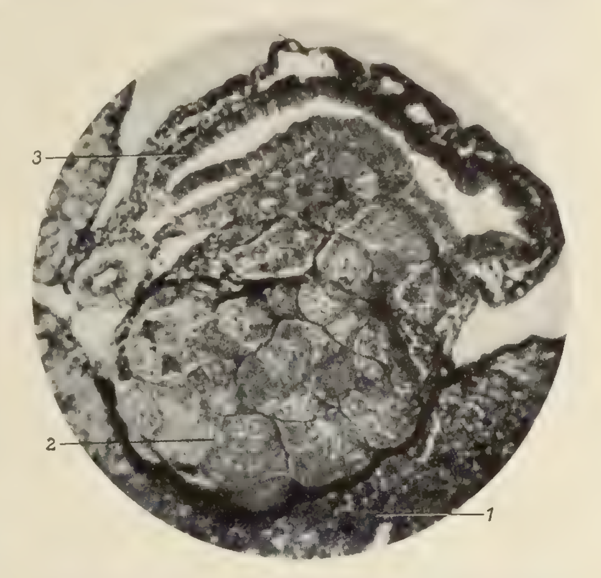


Figur 395. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *metamorphosiertes Tier*; ***a*** *Ansicht der Übergangsstelle vom Vorder- in den Mitteldarm* von unten, ***b*** *des kranialen Pankreas* von rechts, ***c*** *des kaudalen Pankreas* von links. (*1*) Zwischenpankreas; (*2*) Vorderdarm-Epithel; (*3*) Mitteldarm-Epithel; (*4*) kaudaler Pankreas; (*5*) Arteria coeliaca; (*6*) kraniales Pankreas. Der * in ***a*** gibt die Stelle des Übergangs von Vorder- und Mitteldarm an, der in ***c*** die Stelle, an der schon der allergrößte Teil des Pankreas von Lebergewebe eingehüllt ist. (Nach Boenig)

in sie hineinsenkt, jedoch durch Bindegewebe von ihr abgeschlossen bleibt. Die Einmündung des Ductus choledochus in den Mitteldarm wird unterbrochen. Das kaudale Ende beginnt zu jener Zeit stark zu wuchern und bildet den eben erwähnten kaudalen Pankreasteil.

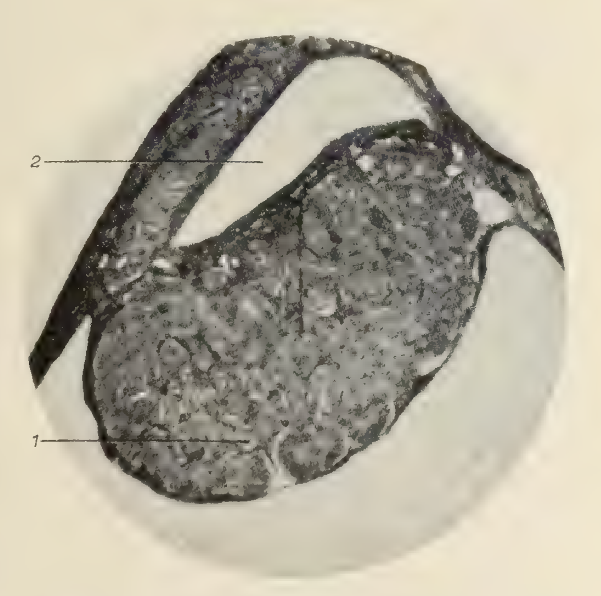
Nach Keibel entspricht der kaudale Teil des Pankreas dem ventralen Pankreas, der übrige Teil dem dorsalen Pankreas *der höheren Tiere.*

In der letzten Zeit hat Boenig die Verhältnisse des Pankreas eingehend untersucht. Demnach wird es in Form von knospenartigen Abschnürungen des Darmepithels als breite Spange an diesem angelegt. Die Knospen haben verschiedene Größe, runde oder tropfenförmige Gestalt und liegen manchmal zu mehreren beisammen.



Figur 396. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *kaudales Pankreas eines 13 Zentimeter langen, reifen Geschlechts-Tieres — Männchen* —: (*1*) Leber-Gewebe; (*2*) kaudales Pankreas; (*3*) Mitteldarm-Epithel. (Nach Boenig)

Beim *ausgewachsenen Tier von Lampetra* Gray finden wir keine spangen- oder ringförmigen Anlagen des Pankreas mehr wie *noch in der Zeit der Metamorphose,* sondern 2 große, von stark entwickeltem Bindegewebe umgebene Massen von Pankreas-Zellen, von denen die eine im Bereich des Vorderdarms, die andere, weit von ihr getrennte, im Bereich des Mitteldarms liegt. Sie haben keine Verbindung miteinander. Zwischen ihnen finden sich vereinzelte knospenähnliche Pankreasbildungen, die dem Ventralteil des Darmes eng anliegen. Sie werden zum Unterschied von dem kranialen und dem kaudalen Pankreas (von Boenig) als Zwischenpankreas bezeichnet und gehören dem Übergangsgebiet des Vorderdarms in den Mitteldarm selbst an. Das kraniale liegt walzenförmig dem Vorderdarm dorsal auf. Irgendwelche Beziehungen dieses Pankreasteils zur Leber bestehen nicht. Das Zwischenpankreas liegt in den Falten, die durch den Übergang des Vorderdarms in den Mitteldarm entstehen, in Form von Haufen von Pankreas-Zellen, hauptsächlich ventral vom Vorderdarm mit wenigen Ausnahmen, die dorsal gelagert sind.



Figur 397. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *kraniales Pankreas eines 12 Zentimeter langen, reifen Geschlechts-Tieres — Weibchen* —: (*1*) kraniales Pankreas; (*2*) Lumen des Vorderdarmes. (Nach Boenig)

Das kaudale Pankreas liegt ventral vom Mitteldarm als recht kompliziert geformtes, höckeriges Gebilde. Allmählich wird es ganz von Lebergewebe umgeben und ragt tief in die Leber hinein. In diesem Teil zeigt das Organ außerordentlich viele Höcker, Warzen und Einschnürungen, um sich dann plötzlich zum Ende zu verjüngen. Zugleich mit dem Pankreas dringt auch ein Ast der Arteria coeliaca in die Leber ein.

Die Formveränderungen *während der Metamorphose zum erwachsenen Tier* und die Aufteilung des ursprünglich einheitlichen *Ammocoetes-Pankreas* in die 3 gesonderten Teile erfolgt (nach Boenig) durch die starke Drehung des Darmes während der Entwickelung, verbunden mit seinem bedeutenden Längenwachstum, das insbesondere die Trennung in 3 gesonderte Abschnitte verursacht.

Das kraniale Pankreas ist beim *völlig erwachsenen Tier* (also nach der Metamorphose) ein kompaktes Organ, das von Bindegewebe und an der frei ins Zölom reichenden Fläche auch von Zölomepithel umgeben ist. Die einzelnen, lumenlos gewordenen Pankreasknospen sind wohl noch, von Bindegewebe umgeben, dicht aneinandergeschlossen; an Stelle der großen Gefäße, die sie umgeben, findet man nur noch einzelne Kapillaren, die bloß noch der Ernährung des Organs dienen. Das kaudale Pankreas sieht beim *völlig reifen Tier* diesem kranialen Abschnitt vollständig gleich aus, nur mit dem Unterschied, daß es überhaupt keine höhere Entwickelungsstufe erreicht hat, während das kraniale zurückgebildet ist (siehe Entwickelung des Pankreas).

Nach Boenig ist das Pankreas *dem der höheren Tiere* morphologisch homolog, physiologisch weitgehend den besonderen Lebensverhältnissen der Tiere angepaßt. Während der Hauptfunktionszeit (*während der Larvenzeit*) ist es (und zwar sein kranialer Teil) eine Drüse ohne Ausführungsgang mit innerer Sekretion, deren Produkte ins Blut des Drüsen-Inneren gelangen; *während der Metamorphose und beim reifen Tier* wird es funktionslos. Der hintere, ventrale Teil wird überhaupt niemals funktionsfähig. Der Grund zu dieser Zurückbildung des Organs ist darin zu suchen, daß *zu jener Zeit* auch keine Nahrungsaufnahme beim *erwachsenen Tier* mehr stattfindet. Mit dieser eigentümlichen physiologischen Anpassung geht das Fehlen der bei *höheren Tieren* vorhandenen Gewebs-Elemente Hand in Hand (des Zymogengewebes und der Langerhansschen Inseln).

Interrenal- und Adrenal-Organe der Petromyzoniden

Nach Krause treten bei *Petromyzoniden* in der Nähe der sympathischen Ganglien in der Umgebung der Hohlvenen und ihrer Äste in die Gefäßwand hineinragende, vom Gefäßepithel überzogene Zellenmassen mit feinen Körnchen im Zellkörper auf, die als Interrenalgewebe gedeutet werden.

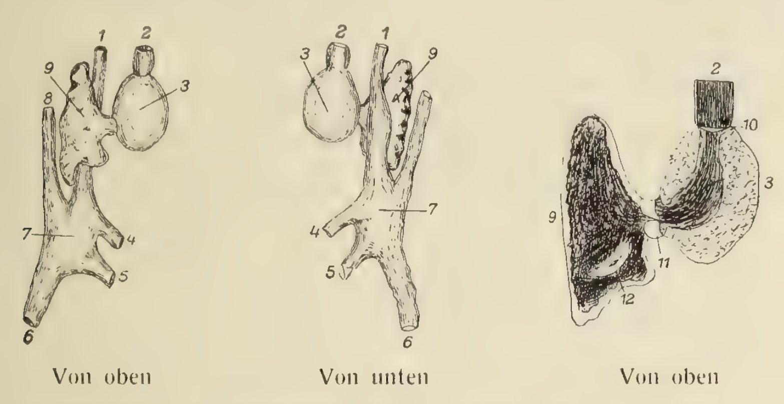
An der Abgangsstelle der Aortenäste aus der Aorta finden sich in deren Wand besondere Zellen, die bei Behandlung mit Chromsalzen gebräunt werden. Sie stellen das Adrenalorgan oder chromophile Gewebe dar.

Herz der Myxiniden

Das Herz *der Myxiniden* besteht (nach den Untersuchungen von Jackson an *Bdellostoma stouti* Lockington) aus 3 Räumen; dem Ventriculus (Herzkammer), dem durch einen kurzen Stiel mit ihm verbundenen Atrium (Auriculus, Vorkammer) und dem Sinus venosus.

Der Ventrikel stellt einen ovoiden, schwach länglichen, dorsoventral abgeflachten Sack dar, dessen linker Rand weniger konvex als der rechte ist; er liegt ungefähr in der Mittellinie des Körpers, hat sehr dicke Wände, die eine etwa mondsichelförmige Höhlung umschließen und auf ihrer inneren Oberfläche so wie die bedeutend dünnere Wand des Atriums mit vorspringenden Muskelspangen versehen sind. Die Ventrikelhöhle hat 2 Öffnungen: die zuführende, Orificium atrio-ventriculare, bildet ein ovales, dem Hinterende der inneren Seite zunächst liegendes Foramen, das dem Ende des kurzen Ductus auricularis entspricht, des bereits erwähnten Verbindungsstiels mit dem Atrium. Die Öffnung, durch die das Blut ausströmt, das nahezu kreisrund begrenzte Orificium aortae, liegt am Vorderende des Ventrikels. Sie wird durch 1 Paar starker halbmondförmiger Klappen, eine dorsale und eine ventrale, gesichert. Sie sind die stärksten und dicksten aller Herzklappen; sie enthalten viel elastisches Gewebe und setzen sich an ihrer Basis in die Aortenwand fort. Ihre Funktionen entsprechen denen der anderen Klappen. Etwas rechts und ventral vom Ventrikel und ein wenig vor ihm liegt das Atrium, das den linken Teil der Perikardialhöhle einnimmt und vom Perikard umgeben wird. Es ist der größte aller Herzräume und füllt, aus-

gedehnt, nahezu vollständig die linke Perikardialhöhle aus, ist dagegen wegen seiner sehr dünnen Wandung im Zustand der Kontraktion kleiner als der Ventrikel. Es ist ein länglicher, unregelmäßig gestalteter, dorsoventral abgeflachter Sack, dessen genaue Stellung und Ausdehnung bei *verschiedenen Tieren derselben Art* beträchtlich variieren. Seine innere und obere Wandung, die dem Ventrikel dicht anliegen, sind gewöhnlich konkav. Im übrigen ist es unregelmäßig konvex.

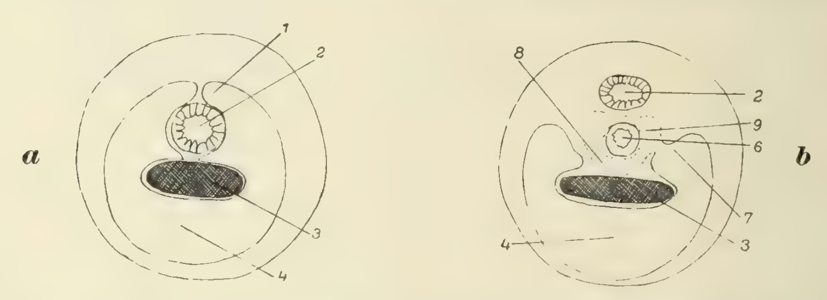


Figur 398. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Herz nach Abtragung der dorsalen Hälfte durch einen Horizontalschnitt,* so daß die ventrale Hälfte von Atrium und Ventrikel sichtbar wird. (*1*) Vena jugularis inferior; (*2*) Bulbus aortae; (*3*) Ventrikel; (*4*) vordere, (*5*) hintere Lebervene; (*6*) hintere gemeinsame Kardinalvene; (*7*) Sinus venosus; (*8*) linke vordere Kardinalvene; (*9*) Atrium; (*10*) Aortaklappen; (*11*) atrio-ventrikulare Klappen; (*12*) sinu-atriale Klappen. (Nach Jackson)

Gewöhnlich liegt es mit seinem Hauptteil an der linken Seite des Ernährungstraktes. Hinten ist das Atrium ventral in inniger Verbindung mit dem Sinus, mit dem es durch die sinu-atriale Öffnung kommuniziert, während es auf der rechten Seite mit dem Ventrikel durch den schon erwähnten kurzen Ductus auricularis in Verbindung steht, der bei *manchen Tieren* durch die stärkere Annäherung von Atrium und Ventrikel überhaupt undeutlich wird. Er ist als ein verengter, der atrio-ventrikulären Öffnung (Orificium atrio-ventriculare) zunächst liegender Teil des Atriums aufzufassen. Der Rand des Atriums hinter diesem Ductus springt gewöhnlich als eine seitliche Tasche gegen die rechte Perikardialhöhlung vor. Ventral und gegen die linke Seite zu ist das Atrium durch das Mesocardium angeheftet. Dagegen springen sein vorderer und hinterer Teil frei in die darüberliegende Perikardialhöhle vor. — Die Atrialhöhle ist sehr unregelmäßig. Außer den 3 taschenartigen Räumen (einem vorderen, einem hinteren und einem seitlichen) wird die Höhlung auch noch durch ein Netzwerk von Muskelspangen unregelmäßig gestaltet, die von den Wänden vorspringen und manchmal durch die Höhlung ziehen. Von den 2 Atrialöffnungen liegt die zuführende, das Orificium sinu-auriculare (sinu-atriale) in ihrem hinteren Bodenteil. Von der Daraufsicht gesehen, erstreckt sich die lange, schmale, schlitzartige Öffnung diagonal von einer zur anderen Seite. Sie wird durch 2 dünne membranöse Klappen geschützt, deren freie Ränder leicht das Einströmen von Blut gestatten, dessen Zurückströmen aber verhindern. Kurz vor dieser Öffnung liegt das Orificium atrio-ventriculare, eine ovale Öffnung an der rechten Seite gegen den eben beschriebenen Ductus, die ebenfalls durch 1 Paar halbmondförmiger Klappen, eine vordere und eine hintere, geschützt wird. Diese sind kleiner, aber stärker als die des Orificium

sinu-atriale. Während des Einströmens von Blut vom Atrium in den Ventrikel liegen sie flach den Seiten des Ductus angedrückt, mit ihren freien Rändern gegen den Ventrikel zu, während sie bei der Systole des Ventrikels das Rückströmen des Blutes durch ihre Querstellung im Ductus verhindern, den sie ganz verschließen, wobei ihre freien Ränder in dessen Medianlinie aufeinanderliegen.

Der Sinus venosus, der das Blut vom venösen System empfängt, ist ein länglicher, dünnwandiger Sack, der ein wenig zur Linken von der Medianlinie, unmittelbar unter und hinter dem Atrium, gerade über dem vorderen Leberlappen und zwischen den Mesenterialblättern liegt, die das Leberligament bilden. Sein größerer, hinterer Teil liegt gerade unter dem Darmkanal und vor der Gallenblase.



Figur 399. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *schematische Querschnitte* ***a*** *durch den hinteren Leber-Lappen,* ***b*** *durch den Ventrikel und vorderen Leber-Lappen zur Darstellung der Beziehungen der Perikardial-Höhle zur allgemeinen Peritoneal-Höhle.* (*1*) Mesenterium; (*2*) Darmkanal; (*3*) Leber; (*4*) Peritoneal-Höhle; (*5*) Perikardial-Höhle; (*6*) Ventrikel; (*7*) Perikardio-Peritonealforamen; (*8*) Mesocardium. (Nach Jackson)

Der Sinus liegt außerhalb des Perikardialraumes, wird jedoch teilweise zwischen die Gewebsschichten des Mesocardiums eingeschlossen. Er erweitert sich hinten, ist seitlich zusammengepreßt und hat etwa 4-seitigen Umfang. Auf der rechten Seite des erweiterten Teils empfängt er die vordere und hintere Vena hepatica, an seiner hintersten Spitze den hinteren gemeinsamen Hauptstamm. Vorn strömt ihm auf der rechten Seite die linke vordere Kardinalvene zu. Der enge Vorderteil des Sinus venosus nimmt die Vena jugularis inferior gerade vor dem in der Dorsalwand, in der Nähe des Vorderendes gelegenen Orificium sinu-atriale auf.

Perikardialhöhle

Die Perikardialhöhle (der Perikardialsack) wird gebildet durch eine Ausstülpung der peritonealen Membran an der rechten Seite gegen den Raum über dem vorderen Leberlappen und unter dem Darmkanal. Der durch diese Ausstülpung gebildete Sack wird dagegen seinerseits eingestülpt durch das sich von unten hineinschiebende Herz. Dadurch erhält die Perikardialmembran in gewissem Sinne eine doppelte Wandung, die aus 2 Schichten gebildet wird; eine äußere oder parietale Schicht, die die Perikardialhöhle umschließt und eine innere, durch deren Einstülpung entstandene, die das Herz selbst auskleidet: die viszerale Schicht. Durch ein ventrales Herzligament wird die allgemeine Perikardialhöhlung teilweise in 2 ungleiche Abteilungen, eine größere rechte und eine kleinere linke geschieden, die dorsal (über und unter dem Herzen) frei miteinander kommunizieren, ventral aber vollständig voneinander getrennt sind. Die rechte Perikardialhöhlung bleibt durch das Foramen pericardio-peritoneale mit der Peritonealhöhlung frei in Verbindung. Sie ist eine längliche, dorsoventral abgeflachte, linsenförmige Höhlung, die gerade über dem Vorderteil des vorderen Leberlappens

liegt, deren vorderer, den Ventrikel einschließender Teil ein wenig weiter ist und sich etwas gegen rechts hin ausstreckt. Das hintere, engere Stück der Höhlung erstreckt sich hinten gegen links. Die rechte Perikardialhöhle wird oben durch die dorsale Körperwand, unten durch den vorderen Leberlappen begrenzt, gegen innen zu durch das Mesocardium und die teilweise von ihm umgebenen Eingeweide, äußerlich durch das zurückgebogene Peritoneum, das größtenteils gegen die dorsolaterale Körperwand hin liegt. Das bloß in der hinteren Region vollständige, sonst aber unvollständige, doppelschichtige Septum portale, das sich parallel zur Längsachse der Höhlung erstreckt, teilt die rechte Perikardialhöhle in eine kleinere äußere und eine größere innere Kammer und umgibt in seinem mittleren Teil das Portalherz. Vorn verläuft die Vena portalis anterior zwischen seinen Wänden und hinten umgibt es die Vena portalis communis. Die vom Septum portale nach außen zu liegende äußere Kammer ist eine mit der inneren parallel liegende Höhlung. Unter dem Septum ist sie nahezu in ihrer ganzen Ausdehnung mit der inneren Kammer in Verbindung. Bloß ihr allerletzter Teil, in den die Lateralwand des Ernährungstraktes vorspringt, ist durch das Septum vollständig von der inneren Kammer getrennt. Lateral und gegen außen zu ist der Hinterteil dieser Kammer durch einen schmalen Längsspalt, das schon genannte perikardio-peritoneale Foramen mit der allgemeinen Leibeshöhle in Verbindung. Der untere Rand dieses Foramens wird durch das Ligamentum hepaticum gebildet. Hinten grenzt es an die Seitenwand des Darmkanals. Sein oberer Rand wird hinten durch die Körperwand, vorn durch eine Zurückbiegung des Peritoneums von der Wand gebildet. Durch dieses Foramen zieht die der Seitenwand des Darmes dicht angelagerte Vena supra-intestinalis. Die vorderste Spitze des rechten Mesonephros (Urniere) erstreckt sich durch das Foramen von der inneren Seite des Daches her. Der Boden der äußeren Kammer wird vorn durch die Oberfläche des vorderen Leberlappens, hinten durch die Falte begrenzt, die sich von dieser Oberfläche zum unteren Rand des Perikardialforamens zieht. Ihr Dach ist in direkter Berührung mit der Körperwand. Auf der Außenseite des Portalherzens springt die rechte Vorniere gegen den Vorderteil der Kammer abwärts und auswärts in diese Höhlung vor, indem sie das Perikard vor sich vorschiebt. Dicht hinter der Vorniere (Pronephros) und über dem Perikard liegt längs des Innenrandes der Kammer der Vorderteil des Mesonephros. In seinem hinteren Teil legt sich die äußere Kammer gegen die rechte Darmwand, längs welcher eine die Vena supra-intestinalis einschließende Perikardialfalte sich vom Perikardialforamen bis zum Hinterteil des Portalherzens erstreckt. — Die bedeutend größere innere Kammer der rechten Perikardialhöhle liegt einwärts vom Portalseptum und umschließt den Ventrikel. Sie ist ungefähr gleich lang wie die rechte, aber viel weiter und tiefer und liegt ein wenig ventral zur äußeren. Ihr Hinterteil ist schmäler und enger und endet gerade vor der Gallenblase und über dem vorderen Leberlappen. An der linken Seite bildet sie einen Blindsack, in den ein Lappen des Atriums vorspringt. Das Dach der inneren Kammer ist in Berührung mit der ventralen Oberfläche des Darmkanals, der Boden liegt über der Dorsalfläche des vorderen Leberlappens. Ihre Vorderwand legt sich gegen das die letzte Kiementasche umgebende Bindegewebe. Die äußere Wand wird durch das Portalseptum gebildet, das wie schon erwähnt, ventral eine ausgedehnte Verbindung mit der äußeren Kammer frei läßt. Die

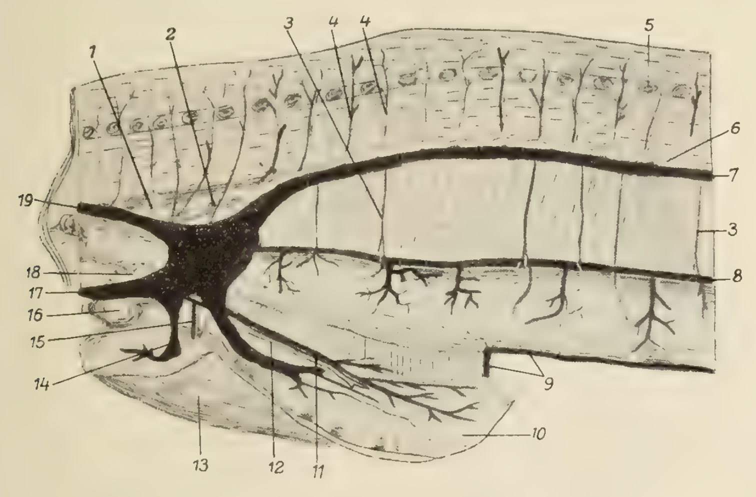
innere Wand wird durch das gleichfalls unvollständige Mesocardium gebildet, über dem ein schmaler Längsspalt die Kommunikation zwischen rechter und linker Perikardialhöhlung bildet. Der Herzventrikel füllt den vorderen Teil der inneren Kammer aus. Das doppelschichtige Mesocardium streicht aufwärts und auswärts von seiner Anheftungsstelle und teilt sich sodann in 2 Lagen, die die innere, den Ventrikel unmittelbar umgebende Perikadialschicht bilden. Das Vorderende des Ventrikels wird nicht vom Perikard bedeckt, sondern liegt außerhalb des Perikardialraumes. Ventral ist das Mesocardium an den linken Rand des vorderen Leberlappens angeheftet, hinten umschließt es den Sinus und die Vene, die sich in ihn öffnen. — Auf der linken Seite des Mesocardiums, etwas dorsal von der rechten Perikardialhöhle, liegt die linke Perikardialhöhle, ein kleiner, länglicher Sack, der das Atrium dicht umgibt. Sein Dach ist innerlich mit dem Darmkanal, äußerlich mit der Körperwand in Berührung, sein Boden und die äußeren Wände berühren die seitliche und ventrale Körperwand, seine innere Wand wird durch das unvollständige Mesocardium gebildet. Dorsal sind rechte und linke Perikardialhöhle in Verbindung. Die äußere Wand grenzt gegen die hintere Dorsalwand des Ductus oesophago-cutaneus. Hinten endet die Höhlung als eine kurze, blinde Tasche. Von ihrem Dach springt die linke Vorniere und die linke vordere Kardinalvene in die Höhlung vor, wobei gleichfalls das Perikard wieder vor ihnen hergeschoben wird. Das Mesocardium erstreckt sich in die linke Perikardialhöhlung und umgibt den Ventrikel auf der rechten Seite. Der hintere innere Winkel des Atriums, der sich oft durch die spaltförmige Öffnung über dem Mesocardium ausdehnt, liegt zuweilen in einer Tasche in der rechten Perikardialhöhlung.

Nach Coles Beschreibung bei *Myxine* Linnaeus überdecken Abdominal- und Perikardial-Zölom einander, indem das Abdominalzölom auf der rechten Seite fast ebensoweit vorwärtsgeht wie das vollständig dorsal von ihm gelegene, durch den vorderen Leberlappen bis auf eine Verbindungsstelle an der äußersten Rechten vollständig von ihm getrennte perikardiale. An dieser Verbindungsstelle biegt das Abdominalzölom über die rechte Leberkante zu deren dorsaler Oberfläche und seine Wand geht in die Hinterwand des Perikardialzöloms über und bildet so das perikardio-peritoneale Foramen.

Die hintere Begrenzung der Perikardialhöhle ist unregelmäßig. An der linken Seite erstreckt sie sich bis unter das Vorderende des hinteren Leberlappens. Auch an der rechten Seite geht sie weit nach hinten und umschließt nahezu vollständig das Vorderende der Vena portalis. Rechts vorn ist sie durch den rechten Kiemensack, links so wie bei *Bdellostoma* Johannes Müller durch den Ductus oesophago-cutaneus begrenzt. Das Herz ragt in diese Höhlung von der Ventralseite, das Portalherz von der dorsomedialen her hinein. Ein Mesocardium, wie bei *Bdellostoma* Johannes Müller beschrieben, ist bei *Myxine* Linnaeus nur unbestimmt ausgeprägt. Das Portalherz und der Vorderteil der Portalvene ist nahezu vollständig eingeschlossen durch ein Portalseptum an der dorsomedianen Seite.

Cole unterscheidet zwischen einem Herzsinus (Sinus cardiacus), der einen echten Blutraum bildet und als ein derber, venöser Sinus den Ventrikel vollständig umgibt (und der seiner Meinung nach von Jackson teilweise mit der inneren Kammer der rechten Perikardialhöhle verwechselt worden ist), und dem wirklichen Perikardialraum.

Aus dem Ventrikel entspringt, wie schon beschrieben, die Aorta ventralis, die zunächst an ihrer Ausmündungsstelle hinter den halbmondförmigen Klappen stark eingeschnürt ist und sich dann plötzlich zum kurzen Bulbus aortae erweitert, der dicht unter der Zusammenschnürung und hinter den ersten Kiemenästen der Aorta liegt und ventral mit der Dorsalfläche des vorderen Leberlappens in Verbindung steht. Vorn geht er in den Hauptstamm der Aorta ventralis über, der median, dicht über der ventralen Körperwand und unter dem Pharynx, zwischen den letzten 6 oder 7 Kiemenspalten, in bräunlich fettes Bindegewebe eingebettet, gelegen ist und sich vorn in einen rechten und linken Seitenast teilt. Sein Lumen ist etwa zylindrisch und verengt sich ein wenig nach vorn, wo er bis zum keulenförmigen Muskel reicht. Die beiden Seitenäste gehen vorwärts, aufwärts und auswärts längs des Hinterendes des eben genannten Muskels. Die zuführenden Kiemenarterien entspringen jederseits von der ventralen Aorta und ihrem rechten und linken Ast, und zwar bei *Bdellostoma* Johannes Müller 6 bis 7 Paar vom Hauptstamm, 3 bis 6 Paar von den vorderen Seitenästen. Ihre Zahl entspricht der der Kiemenspalten; auch bei ungleicher Anzahl der Kiemenspalten auf beiden Seiten.

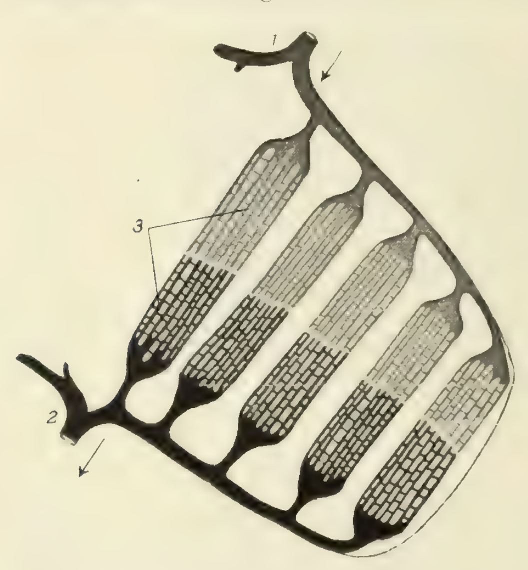


Figur 400. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *linke Seitenansicht der Eingeweide und ventrale Ansicht der zurückgeklappten linken Hälfte der Körperwand.* (*1*) linke Vorniere; (*2*) hintere Dorsalaorta (Aorta dorsalis posterior); (*3*) Mesenterialarterien; (*4*) Interkostalgefäße; (*5*) Schleim-Drüsen (Schleim-Säcke); (*6*) linke Urniere; (*7*) linke hintere Kardinalvene; (*8*) Supraintestinalvene; (*9*) Subintestinalvene; (*10*) hinterer Leber-Lappen; (*11*) hinterer Ast der gemeinsamen Portalvene (Vena portalis communis); (*12*) hintere Leber-Vene; (*13*) vorderer Leber-Lappen; (*14*) vordere Leber-Vene; (*15*) vorderer Zweig der gemeinsamen Portalvene; (*16*) Ventrikel; (*17*) untere Jugularvene (Vena jugularis inferior); (*18*) Atrium; (*19*) linke vordere Kardinalvene. (Nach Jackson)

Die letzte rechte hintere Kiemenarterie liegt immer hinter der entsprechenden linken; auch die übrigen linken Kiemenarterien entspringen stets deutlich vor den rechten, bis auf die beiden vorletzten Paare, die einander rechts und links nahezu gegenüberliegen. Die vorderen Gefäße sind länger als die der hinteren Region. Ihre Dicke ist gleich. Die vom Hauptstamm abzweigenden ziehen auswärts und aufwärts, die von den Seitenästen abgehenden vorwärts, aufwärts und auswärts. Jede endet in der hinteren Außenwand der entsprechenden Kiementasche gerade unter dem äußeren Kiemengang. Jede zuführende Kiemenarterie zieht unter den unteren Rand jeder Kiementasche, dann aufwärts über deren konvexe äußere Wand, in die sie dicht unter dem äußeren Kiemengang eintritt. Mit ein paar kleinen Ästchen versorgt sie den Kiemengang und die Muskeln der Kiemenwand, sodann teilt sie sich in 2, die Öffnung des Kiemenganges mit einem unregelmäßigen Ringgefäß umgebende Zweige, von denen mehrere radiale, oft zu Sinussen erweitert, abgegeben werden, die innerhalb der Kiemenwand gegen den peripheren Rand verlaufen. Abzweigende Gefäße erstrecken sich längs des angehefteten Randes jeder Kiemenplatte unter der Muskel-Lage der Kiemenwand, von denen viele kleinere Gefäße direkt in die Kiemenplatte gehen und sich dort in Kapillaren aufsplittern, die sich zwischen den dünnen epithelialen Wänden

der respiratorischen Kiemenblättchen verzweigen. In diesem Gebiet besteht ein sehr ausgedehntes kapillares Netzwerk und ebenso finden sich zahlreiche Anastomosen zwischen den größeren Gefäßen. Gegen die entgegengesetzte, also innere angeheftete Kante der Kiemenplatte und in den freien zentralen Rändern vereinigen sich die Kapillaren wieder zu größeren ausführenden Gefäßen, die sich an der Innenwand der Kiementaschen in ähnlicher Weise vereinigen, wie sie sich an der äußeren aufgespalten haben. Unter der Muskel-Lage vereinigen sie sich zu Sinussen und Gefäßen, die schließlich zur ausführenden Branchialarterie jeder Kiementasche zusammenfließen. Diese verläßt die Kiemenwand gerade über dem inneren Kiemengange. Die Wände der größeren Gefäße bestehen aus 3 Schichten: einer äußeren aus Bindegewebe, einer mittleren aus zirkulären Muskelfasern und einer inneren, einfachen, endothelialen Schicht.

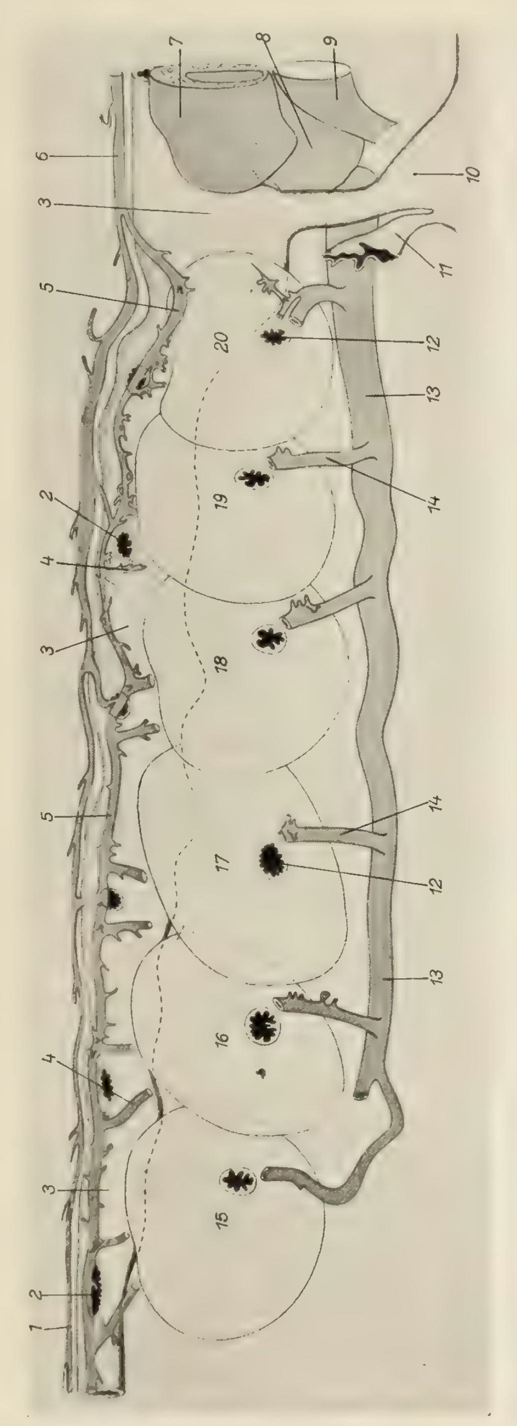
Die ausführenden Kiemenarterien entspringen von der inneren Fläche jeder Kiementasche gerade über dem inneren Kiemengange. Jede erstreckt sich aufwärts und einwärts gegen die Mittellinie. In der hinteren Region steigt jedes solche Gefäß gerade hinter einem Musculus constrictor branchialis auf, zieht unmittelbar über ihm nach vorn und vereinigt sich dicht vor dem Muskel mit der darüberliegenden gemeinsamen Carotis. Es finden sich *je nach den Arten* 1 oder 2 ausführende Gänge für jede Kiementasche. Alle ausführenden Arterien einer Seite öffnen sich in die korrespondierende gemeinsame seitliche Carotis. Mit den ausführenden Branchialarterien sind die beiden (die rechte und die linke) gemeinsamen Karotidenarterien in Verbindung, die sich längs jeder Seite über den Kiemen und seitlich vom Pharynx entlang erstrecken und an ihrer Innenseite jederseits mit der medianen dorsalen Aorta (Aorta dorsalis) durch eine Anzahl von kurzen Kommissuralgefäßen (bei *Bdellostoma* Johannes Müller 4 bis 7) in Verbindung stehen, die gewöhnlich nahezu gegenüber dem 4ten oder 5ten bis 8ten oder 9ten Kiemen-Paar entspringen. Kurz hinter dem letzten Kiemen-Paar verbinden sich die beiden Karotiden hinten mit der Aorta dorsalis, vorn setzen sie sich an jeder Seite des Pharynx fort, indem sie zahlreiche schmale Ästchen zu ihm abgeben. Einige Zweige versorgen auch den keulenförmigen Muskel; und zwar der hinterste Zweig nur den Muskelteil, der die längsverlaufenden Retraktorfasern enthält, während die übrigen Zweige den zirkulären Konstriktorteil des Muskels bedienen. Sie verlaufen alle in der bindegewebigen Scheide, die den Muskel mit der dorsolateralen Körperwand jeder Seite verbindet. Jede gemeinsame Karotide teilt sich dicht hinter dem knorpeligen Pharyngealkorb des Kiemenskeletts in 2 Äste, die äußeren und inneren Karotiden (Carotis externa und interna). Die äußeren Karotiden gehen vorwärts und abwärts rund um die Außenseite des Pharyngealkorbes und ziehen längs des äußeren Basalplattenrandes vorwärts, indem sie nahe der Vereinigung des hinteren Basalplattensegmentes mit den vorderen einen kleinen Ast abgeben (Ramus lingualis), der aufwärts und einwärts zu dem die Dentalplatte anheftenden Ligament führt. Er versorgt die Dentalplatte, aber nicht die sie bewegenden Muskeln. Der Hauptstamm der äußeren Carotis streicht sodann längs des Außenrandes der Basalplatte vorwärts und gibt jederseits schmale Ästchen zu den Seitenwänden des Schädels ab. Vorn bricht er in eine Zahl kleiner Zweige ab, die Muskeln und Integument der Tentakel-Region versorgen.



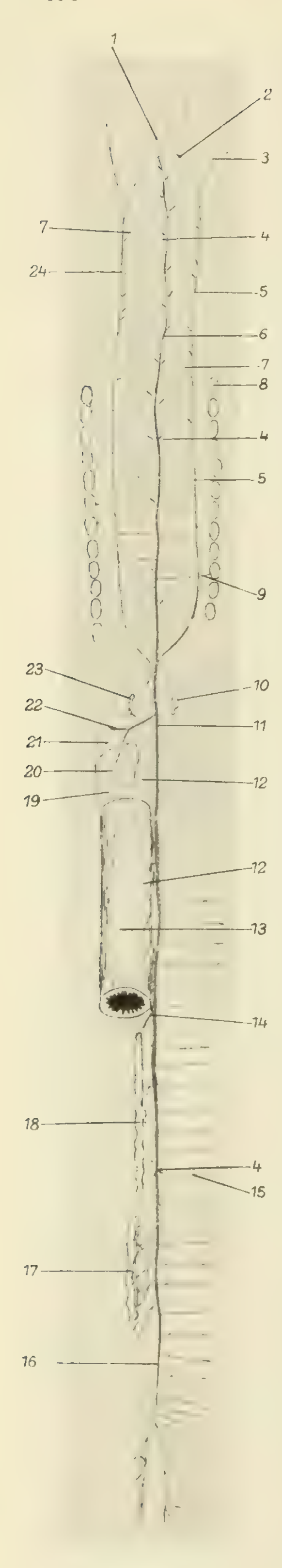
Figur 401. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Schema eines halben Schnittes durch eine Kiemen-Tasche parallel mit der Kiemen-Achse.* (*1*) zuführendes, (*2*) ableitendes Kiemen-Gefäß; (*3*) kapillares Netzwerk. (Nach Jackson)

Jede innere Karotide verläuft einwärts und vorwärts dicht über dem Pharynx, indem sie jederseits einen verhältnismäßig großen Seitenzweig abgibt, der, vorwärtsziehend, die Muskeln der seitlichen Kopfpartien versorgt. Der Hauptstamm der Carotis interna vereinigt sich mit dem der gegenüberliegenden Seite in der Mittel-

linie dicht unter der Chorda und vor der Suprapharyngealplatte und bildet so die Arteria vertebralis impar (Vertebralis impar capitis nach Müller), die auf kurzer Strecke in der Medianlinie unter der Chorda vorwärtszieht und Zweige zum Gehirn und der Schädelwand abgibt, unter dem Cranium dicht hinter der Fossa pituitaria verläuft und sich in 2 seitliche, jederseits (rechts und links) an der kranialen Basis bis zur nasalen und vorderen Kopf-Region vorwärtsziehende Zweige teilt. In und vor der Kiemen-Region liegt der als Aorta dorsalis anterior bezeichnete Teil der medianen Dorsalaorta, der hinten mit dem hintersten Verbindungspunkt zu den lateralen Karotiden beginnt, unmittelbar über dem Pharynx und unter der Chorda liegt und in der Kiemen-Region 4 bis 5 Paare von Ästen an die Körperwand abgibt (somatische Äste). Die 3 hinteren Paare durchbohren meist die darüberliegenden Konstriktoren der Kiemen. In der vorderen Kiemen-Region biegt sich die Aorta gewöhnlich leicht nach rechts und setzt sich unter der rechten Chordaseite fort. Vor der Kiemen-Region gibt sie in ihrem Verlaufe 7 bis 8 Paar somatische Zweige an die benachbarten Körperwandsegmente ab, und zwar gewöhnlich je 1 Arterie zu jedem alternierenden Septum jeder Seite. Jedes somatische Gefäß teilt sich in einen dorsalen und einen ventralen Zweig, deren Verlauf derselbe wie der der abdominalen Gefäße ist. So wie die Myotome sind natürlich auch die Arterien nicht bilateral symmetrisch, sondern alternieren. Die vordere dorsale Aorta überkreuzt die Carotides internae kurz hinter ihrer Vereinigung und vereinigt sich mit der linken inneren Carotis gerade hinter dem Ursprung ihres Seitenzweiges. Die hintere dorsale Aorta (Aorta dorsalis posterior) bildet die hintere Fortsetzung der vorderen hinter der Vereinigung mit den lateralen Karotiden. Sie gibt folgende Zweige ab: (1) 1 Paar somatische Äste und gewöhnlich einen Mesenterialast zur Eingeweidewand. — (2) Äste zur linken und rechten Vorniere, die gewöhnlich gemeinsam mit somatischen Ästen abgehen, aber auch als getrennte

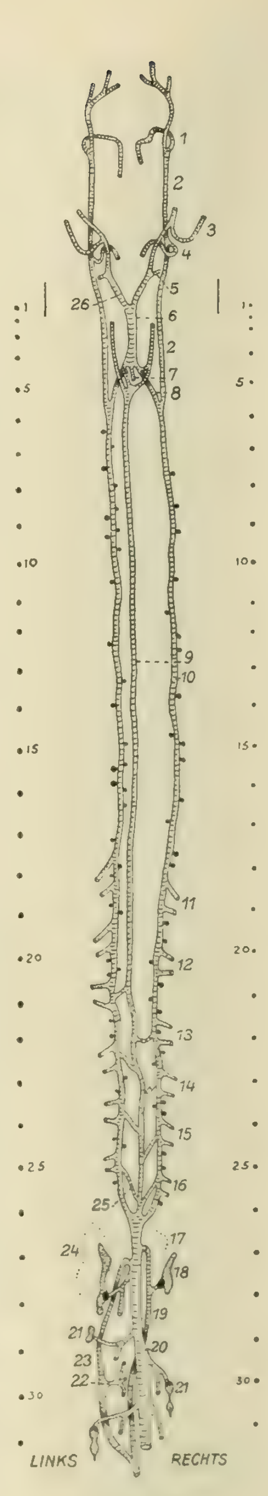


Figur 402. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Kiemen, branchialer Ösophagus und ableitende Kiemen-Arterien.* Rekonstruktion nach Serienschnitten. *Darmmuskeln* nicht dargestellt. *Zu- und ableitende Kiemen-Gänge* an ihrem Ursprung abgeschnitten. *(1)* vorderer (präbranchialer) Teil der dorsalen Aorta (Aorta systemica); *(2)* zuführender Kiemen-Gang; *(3)* Ösophagus; *(4)* wegleitende Branchialarterie; *(5)* Arteria carotis communis (gemeinsame Karotiden-Arterie); *(6)* dorsale Aorta (Aorta systemica); *(7)* Vorkammer; *(8)* Herz-Ventrikel; *(9)* Sinus venosus; *(10)* Ductus oesophago-cutaneus; *(11)* Branchialkloake; *(12)* wegleitender Kiemen-Gang; *(13)* ventrale Aorta (Aorta cardiaca); *(14)* zuführende Branchialarterie; *(15)* bis *(20)* 1te bis 6te Kieme. (Nach Cole)



Figur 403.

Figur 403. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *schematische Darstellung des arteriellen Systems* von oben. Das zuführende branchiale System *ausgelassen*, ebenso die Nierenäste der hinteren Dorsalaorta auf der rechten Seite. Die Genitalzweige sollten auf der rechten Seite dargestellt sein. (*1*) lateraler Karotidenzweig; (*2*) innere, (*3*) äußere Karotiden; (*4*) somatische Arterien; (*5*) rechte gemeinsame Karotiden-Arterie; (*6*) Aorta; (*7*) Pharyngealäste; (*8*) Kiementasche; (*9*) ableitende Kiemen-Gefäße; (*10*) rechte Vorniere; (*11*) Arteria coeliaca; (*12*) Mesenterialarterie; (*13*) Darmkanal; (*14*) hintere Dorsalaorta; (*15*) Interkostalgefäße; (*16*) Kaudalgefäß; (*17*) Genitaläste; (*18*) linke Urniere; (*19*) hinterer Leber-Lappen; (*20*) hintere Leber-Arterie (Arteria hepatica posterior); (*21*) vorderer Leber-Lappen; (*22*) vordere Leber-Arterie (Arteria hepatica anterior); (*23*) linke Vorniere; (*24*) linke gemeinsame Karotidenarterie. (Nach Jackson)



Figur 404.

Figur 404. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schema des arteriellen Kreislaufes zwischen Herz-Region und Schnauzen-Spitze,* von oben gesehen. *Die lateralen Punktreihen stellen die Lage der Spinal-Ganglien dar, wobei als 1ter der 1te Spinalnerv gezählt ist, der sowohl dorsale als ventrale Wurzeln besitzt. Die senkrechten Linien in der Nähe des 1ten Spinal-Ganglions* geben die Längserstreckung der Gehörkapsel an (nicht ihre relative Lage zu den Arterien). *Die Gefäß-Papillen der gemeinsamen Karotiden* sind als schwarze Punkte an deren Seiten angedeutet, jedoch nicht vollzählig. *Die Lage der Kiemen in der Nachbarschaft ihrer ausführenden Kiemen-Arterien* ist angedeutet. (*1*) vordere Lingual-Arterie; (*2*) äußere Karotiden-Arterie (Arteria carotis externa); (*3*) Hautast des unpaarigen medianen Teils des rechten vorderen Zweiges der Arteria vertebralis impar capitis; (*4*) hintere Lingual-Arterie (erreicht die Zunge über den Strecker des Musculus hyo-copulo-glossus; (*5*) Arteria cerebralis (innere Karotide); (*6*) unpaariger medianer Teil des rechten vorderen Zweiges der Arteria vertebralis impar capitis; (*7*) Velar-Arterie; (*8*) paariger hinterer Teil der Arteria vertebralis impar capitis; (*9*) vorderer Teil der dorsalen Aorta (Aorta systemica = mediane vordere Aorta oder vertebralis impar); (*10*) gemeinsame Karotiden-Arterie (Carotis communis = paarige vordere Aorta); (*11*) bis (*16*) 1te bis 6te Kieme und deren ableitende Branchial-Arterie; (*17*) Ventrikel des systemischen Herzens; (*18*) Vorniere; (*19*) rechte Arteria coeliaca (Arteria gastrica); (*20*) dorsale oder systemische Aorta; (*21*) isolierte Malpighische Körperchen mit oder ohne Röhrchen in dem Bereich zwischen Urniere und abdominalem Nieren-Organ; (*22*) Arteria hepatica; (*23*) linke Arteria coeliaca (Arteria gastrica); (*24*) Atrium; (*25*) Anastomose zwischen paariger und unpaariger vorderer Aorta; (*26*) linker vorderer Zweig der Arteria vertebralis impar capitis. (Nach Cole)

Zweige entspringen können. — (3) Die Arteria coeliaca oder Arteria gastrica, ein verhältnismäßig großes Gefäß, das zuweilen einen Ast zur linken Vorniere abgibt. Es zieht dann abwärts zwischen Sinus venosus und dem Darmkanal, an den es einen schmalen Ast entsendet, setzt längs des gemeinsamen Gallenganges zur Gallenblase fort und versorgt auch diese mit Gefäßen, worauf sie sich in ein vorderes und ein hinteres Endgefäß teilt, die längs des Gallenganges zu den vorderen und hinteren Leberlappen verlaufen, um dort in Kapillaren zur Versorgung dieser Organe zu zerfallen. Bei *Myxine* Linnaeus ist (nach Cole) diese Arterie paarig; die linke, größere, entspringt gewöhnlich hinter der rechten. Das Vorderende der Aorta ist an den vorderen Gallengang-Rand angewachsen und gibt, angeschlossen an die Gallenblase, die Arteria hepatica ab, um schließlich, den Gallengang kreuzend, sich am Darm und gelegentlich auch am hinteren Leberlappen zu verteilen. Die beiden Arteriae coeliacae bilden einen Ring um den Darm und treffen sich an dessen Ventralwand. Zuweilen vereinigen sie sich aber auch zu einem einzigen Gefäß oder anastomosieren. Die Arteria hepatica ist ein Zweig der linken Arteria coeliaca und teilt sich normalerweise in 3 Äste, die zur Gallenblase und den 2 Leberlappen hinführen. Die Arteriae coeliacae versorgen den Darm bis zur Region des hintersten Teils der Leber. Auch die Vorniere erhält gewöhnlich ihr arterielles Blut von der Arteria coeliaca. Gewöhnlich ist nur 1 Arterie auf jeder Seite vorhanden, die durch den Glomus geht. — (4) Die etwas unregelmäßig entspringenden Arteriae mesentericae. Sie nehmen, etwa 30 an der Zahl, ihren Ursprung ventral und ziehen am Mesenterium abwärts zwischen der rechten und linken hinteren Kardinalvene zur Darmwand. Dicht über dieser teilen sie sich in 2 Äste, von denen einer zur rechten, der andere zur linken Seite der Eingeweide geht. Beide Äste ziehen links von der Supraintestinalvene, doch zu beiden Seiten des in der Mittellinie liegenden Nervus vagus. — (5) Die Arteriae somaticae. Sie entspringen, regelmäßig alternierend mit den Venen jeder Seitenwand, längs der ganzen Länge der Aorta dorsalis. Die rechten und linken alternieren meist, treten aber auch manchmal paarweise einander gegenübergestellt auf und entsprechen stets den Myotomen jeder Seite; die der vorderen Aorta dorsalis entspringen unabhängig voneinander, die der hinteren gewöhnlich durch einen gemeinsamen kurzen Strunk mit einem oder mehreren Nierenzweigen. Jede somatische Arterie zieht über der Mittellinie, die sie mit einem oder mehreren Ästchen versorgt, worauf sie sich in 2 Zweige teilt, von denen der dorsale direkt seitlich von der Chorda aufwärts zieht, indem er dort die Seitenrumpfmuskeln versorgt und Zweige in den Neuralkanal zur Versorgung des Rückenmarks abgibt. Sodann zieht er aufwärts in das mediane Längsseptum über dem Neuralkanal zur Haut der Dorsalregion durch die bindegewebige Scheide, die die Haut an die Körperwand anheftet. Die ventralen Zweige der somatischen Arterien, die den Interkostalgefäßen *der höheren Tiere* entsprechen, ziehen auswärts längs des Daches und der Seiten der Peritonealhöhle zwischen lateralem Rumpfmuskel und dem Peritoneum und streichen zugleich oder vor dem entsprechenden Interkostalnerven längs der Septa zwischen die Myotome, wo sie zahlreiche winzige Ästchen zu den zugehörigen Muskeln abgeben (siehe Muskulatur, Seite 203). Nach der Versorgung zweier Schleimdrüsen gibt jedes Interkostalgefäß unregelmäßige Zweige zu dem ventral benachbarten Musculus rectus ab. Auch ihre Endstücke gehen in die Nachbarschaft der Schleimdrüsen und verteilen sich in den seitlichen und unteren Gebieten des Körperinteguments. — (6) Die Nierenäste (Arteriae renales). Sie gehen längs jeder Seite der Aorta segmental zur Urniere und versorgen die segmentalen Glomeruli längs ihrer Innenwände, die im allgemeinen den Myotomen entsprechen. Gewöhnlich entspringen 2 Glomerulargefäße und 1 oder 2 Äste zu der dorsalen und inneren Wand des Mesonephros von einem gemeinsamen Stamm mit einem somatischen Zweig, doch finden sich hierin viele Varianten. — (7) Die Genitalarterien (Arteriae genitales). Sie entspringen von allen Mesenterialarterien im Gebiete der Geschlechts-Organe, manchmal auch unabhängig direkt von der Aorta dorsalis, ziehen in das Genitalligament (eine besondere Falte auf der rechten Seite des Mesenteriums), um dort, sich vereinigend, ein longitudinales Kommissuralgefäß zu bilden, von dem eine große Zahl kleinerer Gefäße gegen Hoden oder Ovarien verlaufen, indem sie sich frei verzweigen und anastomosieren. In der Hüllmembran jedes Eies oder jedes Hodenlappens bilden sie ein kapillares Netzwerk.

Hinter der Kloake setzt sich die Aorta unmittelbar unter der Chorda in der Mittellinie fort, doch werden hier bloß die somatischen Zweige abgegeben. Sowie sie die mediane ventrale Platte erreicht hat, teilt sie sich in einen rechten und linken Zweig, die jeder an der entsprechenden Seite der Platte nach hinten ziehen; Seitenzweige zur Versorgung der Muskeln und der Haut des Kaudalgebietes werden abgegeben. In der Kaudalflosse ziehen kleine Gefäße distal auswärts, die je einem Flossenstrahl entsprechen.

Nach Cole wird die hintere oder abdominale Aorta (Aorta posterior, Aorta abdominalis) durch die Vereinigung von 3 Hauptarterien gebildet, einer medianen und 2 seitlichen. Die mediane (Aorta mediana anterior oder Aorta vertebralis impar) liegt über dem Darm, während die beiden lateralen (Arteriae carotides communes oder paarige vordere Aorten) an der Seite des Darmes gelegen sind. Alle 3 Gefäße sind miteinander durch 3 bis 4 Anastomosen-Paare verbunden, die in ihrer Lage Verschiedenheiten zeigen. Jede Kieme hat 2 ausführende Branchialarterien. Die von der Medianaorta entspringenden Segmentalarterien sind unregelmäßig angeordnet. In der Kiemen-Region (siehe dort) variieren die gemeinsamen Karotiden sehr beträchtlich. Sie erweitern und verengern sich, bilden Schlingen und vor allem zahlreiche Gefäßpapillen (Vaskularpapillen), namentlich im Gebiet der zu- wie auch der ausführenden Gefäße. Auch diese variieren ziemlich beträchtlich in Form und Anlage. Von einer einfachen Papille mit unverzweigter Höhlung bis zu einem stark entwickelten, fingerförmigen Gebilde mit vielgestaltiger Höhlung gibt es alle möglichen Übergänge. Sie öffnen sich entweder in den umgebenden Sinus und bilden so eine Verbindung zwischen den Arterien und dem lymphatischen System oder sind blind. Die Basis dieser Papillen hat stets eine erweiterte Aushöhlung, die eine freie, breite Verbindung mit der Arterie selber darstellt.

Venöses Gefäß-System

Figur 405. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Teil einer zuleitenden Branchial-Arterie mit einer als durchsichtiges Objekt dargestellten ganzen Gefäß-Papille. Von der Arterienwand nur* ein sehr kleiner Teil sichtbar. *Die Grenze zwischen Arterie und Papille* wird durch die gestrichelte Linie angezeigt. *Die Ausdehnung der Epithelbegrenzung der nach außen führenden Tubuli* ist durch Punkte angedeutet. (Nach Cole)

Während das arterielle Blutgefäß-System durch die Arbeiten von Retzius, Müller und Jackson schon seit längerer Zeit recht genau bekannt geworden ist, ist die Kenntnis des venösen Systems und in noch viel weiterem Umfang die Kenntnis der veno-lymphatischen Räume bis auf die Untersuchungen von Cole außerordentlich lückenhaft gewesen und bedarf auch jetzt noch weiterer Forschung, zumal ja auch die Entwickelung des *Myxiniden-Gefäßsystems* so gut wie vollständig unbekannt ist.

Das venöse System der Myxiniden variiert stark in seinen Einzelheiten und zum Teil sogar in seiner allgemeinen Anlage. Die folgenden (nach Coles Untersuchungen gegebenen) Ausführungen sind daher nur als Darstellungen des allgemeinen Bautypus aufzufassen, von dem sich jeweils in der einen oder anderen Beziehung Abweichungen ergeben.

Cole führt diese Veränderlichkeit darauf zurück, daß das venöse System *der Myxiniden* »zum mindesten eine grundlegende Abänderung in verhältnismäßig jungen Zeiten« mitgemacht hat.

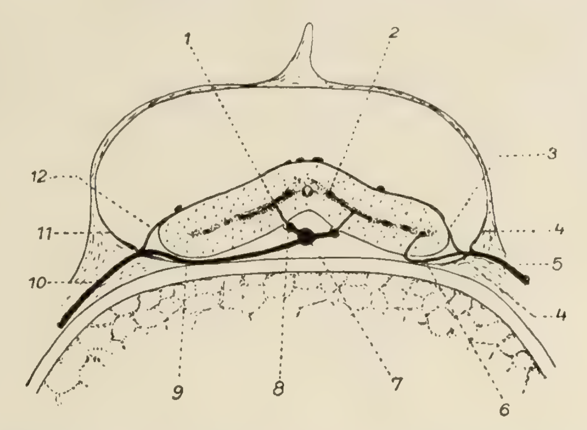
Die Gehirnvenen (Venae cerebrales), die wie alle Gehirngefäße, abgesehen von ihrem Ursprung, auf die dorsale Oberfläche des Gehirns beschränkt sind, entspringen ventrolateral vom Bulbus olfactorius als ein aufwärts und rückwärts zur dorsalen Gehirnfläche ziehendes Gefäß-Paar. Dort vereinigen sich beide in der Nähe der Mittellinie gegen hinten zu zu dem linken ausführenden Gehirngefäß, das die ganze linke Hirnhälfte und die rechte Seite der vorderen Region versorgt, während der rechte hintere Hirnteil durch ein besonderes Gefäß versorgt wird, das mit dem Hinterteil des linken ein symmetrisches Gefäß-Paar bildet. Dieses Gefäß-Paar anastomosiert hinten, um sich später abermals wieder zu trennen, auswärts, abwärts und rückwärts zu ziehen und das Cranium durch ein dorsal von der hinteren Gehirnkapsel-Region und hinter und über dem Foramen des Vagus gelegenes eigenes Foramen als rechte und linke oberflächliche vordere Kardinalvene zu verlassen (Vena cardinalis superficialis anterior dextra und sinistra), indem sie, dorsal, außerhalb aller Skeletteile ziehend, eine Lage einwärts vom Musculus parietalis und auswärts vom Musculus constrictor pharyngis einnehmen und gewöhnlich die segmentalen Gefäße des von ihnen versorgten Gebietes in sich einmünden lassen.

Ungefähr in der Transversalebene des 8ten Spinalganglions durchbohrt die rechte dieser Venen den Musculus constrictor pharyngis und vereinigt sich mit der rechten vorderen, tiefen Kardinalvene (Vena cardinalis interna anterior dextra), um dann einwärts vom genannten Muskel nach hinten zu ziehen, während an der linken Seite die tiefe Kardinalvene (Vena cardinalis interna anterior sinistra) den Muskel durchbohrt, um sich sodann mit der oberflächlichen Kardinalvene zu vereinigen, so daß das aus beiden entstandene Gefäß außerhalb von ihm verläuft. Demnach verschwindet auf der rechten Seite hinten das oberflächliche, auf der linken das tiefe Gefäß. Dieses gilt

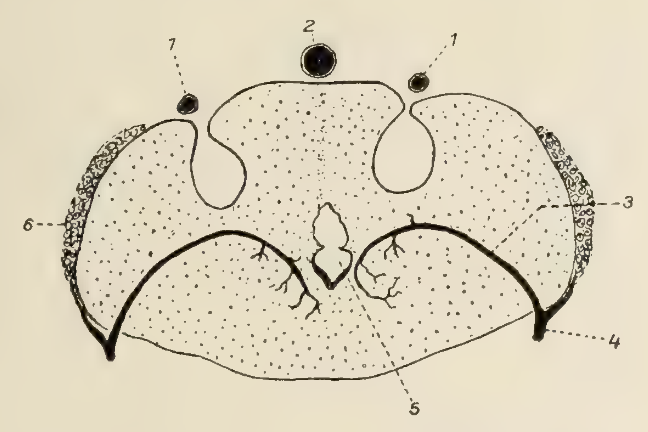
für eine Reihe von Segmenten, in denen auch die Segmentalgefäße sowie Zweige vom Darm, dem Musculus constrictor pharyngis, copulo-copularis und parietalis aufgenommen werden, bis etwa in das Gebiet des Vorderrandes der 1ten Kieme. Dort biegt das rechte Gefäß einwärts und wird zur unteren mittleren Jugularvene (Vena jugularis inferior mediana).

Neben den Zerebral- und Haut-Venen gibt es keine wirklichen Venen vor der Gehörkapsel, sondern das venöse System der Schnauze wird durch veno-lymphatische Räume gebildet, die allerdings als ein integrierender Bestandteil des Blutgefäß-Systems gewertet werden müssen.

Die tiefe vordere Kardinalvene beginnt als ein großer, von der Seite gesehen enger, aber dorsoventral geräumiger (also von oben nach unten abgeplatteter), zwischen dem Hyoidbogen und dem Velarteil des Darmes eingekeilter Sack, der sein Blut vorn durch eine mit Klappen versehene Öffnung vom Hypophysio-Velarsinus (siehe dort) erhält. Etwas weiter hinten finden sich andere Klappen, so daß der vordere Teil der Vene eine geräumige, an beiden Enden durch Klappen geschützte Kammer bildet, der man den Charakter eines lokalen Herzens (Kardinalherz nach Cole) ähnlich dem Kaudalherzen zusprechen muß. Es sammelt das Blut aus den großen, unregelmäßigen, unter geringerem Blutdruck stehenden Räumen der Schnauze und treibt es nach hinten gegen das Herz. (Nach Coles Beobachtungen kann man an einer in warmem Seewasser betäubten *Myxine* Linnaeus bei der Sektion der betreffenden Teile die rhythmischen Bewegungen der kleinfaserigen Velarmuskeln der Hyoid-Region deutlich erkennen.) Hinter dem Kardinalherzen zieht die tiefe vordere Kardinalvene durch das 4te Schädelfenster, also innerhalb des 1ten Kiemenbogens und außerhalb des 2ten auswärts, lateral vom Darm, einwärts vom Musculus constrictor pharyngis und erhält vor ihrer Vereinigung mit dem oberflächlichen Gefäß 1 oder mehrere Segmentalgefäße und ebenso Anteile vom Musculus rectus copulo-quadratus superficialis, Musculus copulo-glossus profundus und Musculus constrictor pharyngis.



Figur 406. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Blutgefäße des Rückenmarks-Kanals und des Rückenmarks.* Schematischer Querschnitt. (*1*) Intramedullar-Gefäße; (*2*) parazentrale Intramedullar-Anastomosen; (*3*) dorsale Rückenmarks-Vene (Vena medullaris dorsalis); (*4*) Venen der Endorhachis; (*5*) Vena vertebro-medullaris; (*6*) zentrale Rückenmarks-Vene (Vena medullaris centralis); (*7*) Median-Arterie; (*8*) paramediane Arterie; (*9*) ventrale Rückenmarks-Arterie (Arteria medullaris ventralis); (*10*) Arteria vertebro-medullaris; (*11*) Arterie der Endorhachis; (*12*) dorsale Rückenmarks-Arterie (Arteria medullaris dorsalis). (Nach Sterzi)



Figur 407. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitt durch das Rhombencephalon.* (*1*) ableitende Sinus-Gefäße; (*2*) Sinus sagittalis; (*3*) intraencephale Abzweigung von (*4*) Ramus anterior der Arteria rhombencephalica dextra; (*5*) Zentralkanal; (*6*) Ganglion und seine Arterie. (Nach Sterzi)

Die linke vordere Kardinalvene (die dem vorderen Kardinalsinus oder der Vena jugularis *der Elasmobranchia* entspricht und eigentlich als die hintere Erweiterung

der oberflächlichen, mit der tiefen vereinigten Kardinalvene anzusehen ist) liegt zunächst außerhalb des Musculus constrictor pharyngis, biegt dann abwärts zu einer Lage lateral vom Musculus copulo-copularis, um sodann abermals aufwärts und während des größten Teils ihres Verlaufes seitlich vom Musculus constrictor pharyngis zu ziehen. Hinter diesem liegt sie außerhalb vom dorsalen Vorderrand und weiterhin auswärts von der hinteren äußeren Scheide des Musculus constrictor branchiarum et cardiae, während welchen Weges sie beträchtlich an Größe zunimmt. Schließlich durchbohrt sie in der Nachbarschaft des Ductus oesophago-cutaneus den Musculus constrictor branchiarum und vereinigt sich mit dem Schwestergefäß der rechten Seite durch die ausgedehnte, etwas unregelmäßig begrenzte, zwischen Aorta und dorsaler Darmoberfläche ziehende Kardinalanastomose, die den Verlauf der Blutzirkulation erheblich beeinflußt, da durch ihr Vorhandensein das Blut der rechten vorderen Kardinalvene das Herz erreichen kann, ohne die Leber zu durchlaufen. Dort, wo die vordere Kardinalvene an die Anastomose ansetzt, liegt an jeder Seite eine mit Klappen versehene Öffnung, durch die die 6ten Peribranchialsinusse ihren Inhalt in das venöse System ergießen.

Weiter hinten empfängt die linke vordere Kardinalvene ein durch die Vereinigung der dorsalen und ventralen Teile des Vorderabschnittes der linken hinteren Kardinalvene gebildetes Gefäß. Außerdem nimmt sie die Segmentalvenen ihres Gebietes, sowie Gefäße vom Darm und dem Musculus constrictor pharyngis, Musculus copulo-copularis und Musculus constrictor branchiarum et cardiae auf.

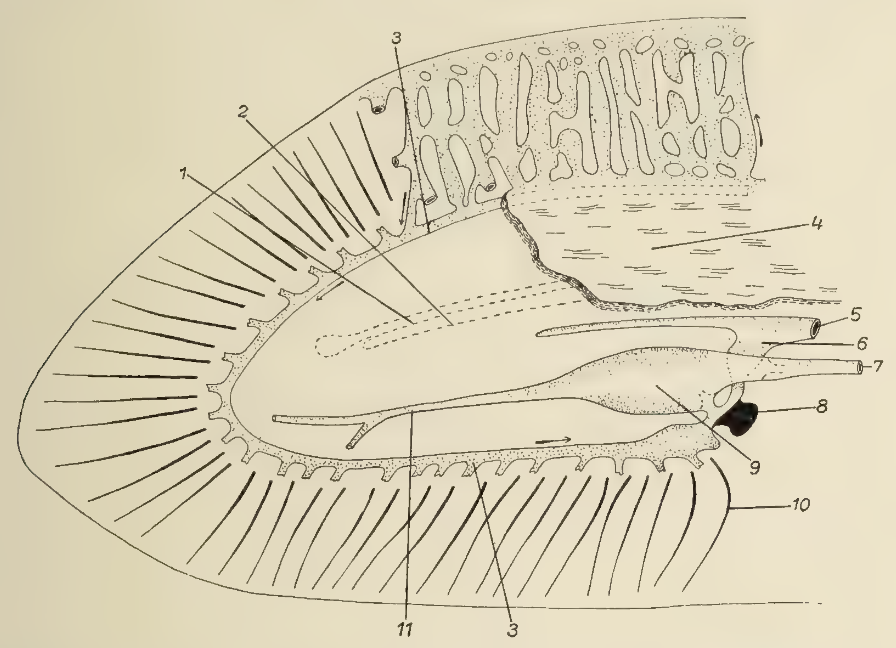
Das der linken vorderen Kardinalvene auf der rechten Seite funktionell entsprechende Gefäß ist offensichtlich die unmittelbare Fortsetzung der rechten tiefen Kardinalvene, also nicht homolog mit dem Gefäß der linken Seite. Es zieht nach Aufnahme der rechten oberflächlichen Kardinalvene seitlich vom Darm und einwärts vom Musculus constrictor pharyngis nach hinten, geht am Hinterende des keulenförmigen Muskels auswärts und abwärts unter den genannten Muskel und erreicht, ventral um den keulenförmigen Muskel biegend, sodann den Bereich der ventralen Mittellinie, wo sich der Inhalt des Zungensinus (Sinus lingualis) durch eine mit doppelter Klappe versehene einfache Öffnung in die Vene ergießt. Von hier an gegen hinten zu liegt sie als mediane untere Jugularvene (Vena jugularis inferior mediana) einwärts von den Muskeln der Körperwand und des Musculus constrictor branchiarum et cardiae, etwas rechts von der Medianebene, dicht gegenüber der Ventralwand des Herzsinus. Weiter hinten wird sie klein und kreuzt im Gebiet des Ductus oesophago-cutaneus auf die linke Seite, um, stark erweitert, immer in Beziehung zum umgebenden Muskel, unmerklich in den Sinus venosus überzugehen. Im lateralen Teil ihres Verlaufes erhält sie die Segmentalvenen ihres Gebietes und Zweige vom Musculus constrictor pharyngis und copulo-copularis. Im Medianteil ihres Verlaufs mündet (nach Coles Beobachtungen) kein Gefäß in sie ein. Dagegen mündet manchmal vom Gebiet der ersten Kiementasche der linken Seite überdies ein kleines Gefäß in sie ein.

Das morphologisch der linken vorderen Kardinalvene entsprechende, durch die Vereinigung der dorsalen und ventralen Bestandteile einer typischen Segmentalvene gebildete Gefäß, das weit hinten in der Ebene des Vorderrandes der 1ten Kieme entspringt und als rechte vordere Kardinalvene zu bezeichnen ist (vordere Portalvene nach Jackson), ist viel kleiner als die linke und stellt das Hinterende der an dieser Seite durch eine Anzahl von Segmenten unterbrochenen rechten oberflächlichen Kardinalvene dar. Es kommuniziert, wie schon erwähnt, mit dem Gefäß der linken Seite durch die schon beschriebene Anastomose, dicht unter der es ein großes Gefäß aufnimmt, das durch einen mit dem Dorsalteil des Vorderabschnittes der rechten hinteren Kardinalvene verschmelzenden Bestandteil des Portalherzens gebildet wird. Die rechte vordere Kardinalvene empfängt nur einige Segmentalvenen.

Die gleichfalls paarigen Kaudalvenen (Venae caudales), die zu beiden Seiten des ventralen medianen Skelettstabes liegen und an der Schwanzspitze durch ein Kapillar-System in unmittelbarer Verbindung mit den paarigen Kaudalarterien stehen, ziehen vorwärts und erweitern sich zu den paarigen Kaudalherzen, deren blutführende Gefäße sie darstellen. Vor dem medianen Knorpelstab vereinigen sich die aus dem Kaudalherzen herausführenden Gefäße zur medianen Kaudalvene (Vena caudalis mediana); an der Vereinigungsstelle liegen die ein Rückwärtsströmen des Blutes verhindernden Klappen. Die hinteren Kardinalvenen (Venae cardinales posteriores), von denen die linke viel stärker als die rechte ist, entstehen durch die vor der Kloake stattfindende Gabelung der medianen Kaudalvene. Sie sind durch einfache oder ampullenförmige Queranastomosen miteinander in Verbindung und ziehen ventral

von der Aorta, die ihrerseits ventral von den unmittelbar unter der Chorda liegenden lateralen chordalen Sinussen (siehe dort) liegt. Die Vorniere (Pronephros) ist ganz dicht mit dem hinteren Kardinalvenen-System in Verbindung. Ein Nierenportal-System fehlt.

Im Gebiet des hinteren Teiles des vorderen Leberlappens bildet die rechte hintere Kardinalvene ihre letzte Verbindung mit der linken. Das dadurch entstandene, vor dieser Vereinigung liegende Gefäß, das eigentlich nur die vordere Erweiterung der linken hinteren Kardinalvene ist, wird als gemeinsame hintere Kardinalvene (Vena cardinalis posterior communis) bezeichnet, die ganz unmerklich in den Sinus venosus übergeht. An dieser Übergangsstelle münden verschiedene, mit dem Portal-(Pfortader-) System nicht in Verbindung stehende Gefäße von der Darmwand und einige



Figur 408. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *rechte Seite der Schwanz-Spitze zur Veranschaulichung der Verbindungen des Kaudal-Herzens mit dem Unterhautsinus* (*Sinus subcutaneus*). Oben rechts *die Haut und ein Teil des rechten groben Plexus der Kaudalflosse,* unten und links *auch die Myotome und der Flossenplexus entfernt. Desgleichen ein großer Teil des Kaudalflossen-Skelettes.* (*1*) membranöses Neural-Rohr; (*2*) Chorda; (*3*) in die Kaudal-Herzen einmündendes, den Unterhautsinus (Sinus subcutaneus) entleerendes Randgefäß; (*4*) Sinus subcutaneus; (*5*) lateraler Chordal-Sinus; (*6*) in das Kaudal-Herz mündender Ast von (*5*); (*7*) medianer Teil der Vena caudalis; (*8*) vorderer Knopf des medianen Ventralstabs des Kaudalflossen-Skeletts; (*9*) Kaudal-Herz; (*10*) »Flossenstrahlen« der Kaudalflosse; (*11*) paariger, zur Bildung des Kaudal-Herzens sich erweiternder Teil der Kaudalvene (Vena afferens cordis caudalis). (Nach Cole)

wenige Segmentalgefäße. Manchmal trifft man auch isolierte Nierenglomeruli zwischen Pronephros und definitiver Niere, die in die gemeinsame hintere Vene entleeren. Bei *den meisten Exemplaren* zieht auch die rechte hintere Kardinalvene, allerdings als bedeutend schmäleres, kleineres Gefäß, von diesem Gebiet noch vorwärts. Da die Genitalgefäße sich in die Portalvene öffnen, erhalten die hinteren Kardinalvenen nur segmentale und Nierengefäße. Gewöhnlich hat ein Segment nur entweder eine Arterie oder eine Vene, wobei keinerlei Regelmäßigkeit oder Symmetrie dieses Verhaltens festzustellen ist. In der Regel sind die Segmentalarterien zahlreicher als die Venen.

Die hintere Leber- oder Subintestinal-Vene, die an der Ventralfläche des Darmes entspringt, erstreckt sich meist bloß auf ein kurzes Gebiet hinter dem hinteren Leberlappen, manchmal aber auch, *so wie bei Ammocoetes*, über die ganze Länge des Darmes. Sie ist, wie schon erwähnt, bloß ein ausführendes Lebergefäß (über ihren Verlauf in der Leber siehe Seite 396). Auch die vordere Lebervene, die eine Anzahl ausführender Gefäße vom vorderen Leberlappen erhält, öffnet sich in den Sinus venosus.

An der Übergangsstelle der gemeinsamen hinteren Kardinalvene in den Sinus venosus nimmt sie 2 vorn verschmolzene, von der Verbindung der linken vorderen Kardinalvene mit der Anastomose entspringende klappenlose Gefäße auf (die schon erwähnten dorsalen und ventralen Teile des Vorderabschnittes der linken hinteren Kardinalvene), deren Blut wohl in die gemeinsame hintere Kardinalvene, also nach hinten fließt. Beide Gefäße, sowie ihr gemeinsamer verschmolzener Teil springen in den dorsomedianen Teil des sie teilweise umgebenden Perikardialzöloms vor. Das die Vorniere umgebende dorsale Gefäß ist das größere von beiden; dieses und der gemeinsame Teil erhalten oft Gefäße vom Darm, dem Musculus constrictor branchiarum et cardiae und Segmentalvenen. Auf der rechten Seite findet sich ein nach Lage und Beziehungen zur Vorniere dem Dorsalteil der linken hinteren Kardinalvene entsprechendes Gefäß, das hinten meist eine Anastomose mit der rechten hinteren Kardinalvene an deren Vereinigungsstelle mit der linken bildet, als deren vorderer Abschnitt die Anastomose zu deuten ist. Manchmal hat sie keine Verbindung mit der Portalvene hinter dem Portalherzen, sondern bildet die direkte vordere Fortsetzung der rechten hinteren Kardinalvene. Vorn verschmilzt dieses Dorsalgefäß mit dem Portalherzen zu einem unpaarigen Abschnitt, der sich in die Verbindung der rechten vorderen Kardinalvene mit der Kardinalanastomose öffnet und also dem korrespondierenden Gefäß der linken Seite entspricht.

Die dorsal vom Darm, rechts von der Medianebene liegende Portal- oder Supraintestinal-Vene wirkt als ausführendes Gefäß des abdominalen Darmabschnittes und der Gonade. Sie ist demnach nicht mit der Portalvene *der Fische* zu vergleichen, sondern ist nur deren vorderer Teil.

Das von seinem Entdecker A. Retzius als ein schwammiger, dem Herzatrium sehr ähnlicher Sack beschriebene Portalherz, das bezüglich seiner Lagerungsverhältnisse die ventrale Abteilung des vorderen Abschnittes der hinteren Kardinalvene seiner Seite darstellt, unterscheidet sich von den anderen akzessorischen Herzen durch den Besitz einer wirklichen gestreiften Muskulatur, sowie durch eine größere Geräumigkeit und Kraft. Die 3 Öffnungen der rechten vorderen Kardinalvene, der Portalvene und der gemeinsamen Portalvene in dieses Herz werden durch kräftige Klappen gesichert, die das Eindringen des Blutes von den beiden ersten Gefäßen in das Herz und aus diesem in das 3te sichern. Eine oder mehrere an der Oberfläche der Gallenblase gebildete Venae cysticae (Gallenblasenvenen) öffnen sich in die Portalvene.

Die Vena jugularis inferior *der Myxiniden* ist (nach Hatta und Cole) der Jugularis impar *des Ammocoetes* homolog und als ein Abkömmling der rechten tiefen Kardinalvene anzusehen. Nach Coles Ansicht fehlen bei *den Myxiniden* beide Ductus Cuvieri. Die Verhältnisse des Venensystems beim *Ammocoetes* stellen ein späteres, also weiterentwickeltes Stadium gegenüber denen beim *erwachsenen Myxiniden* dar.

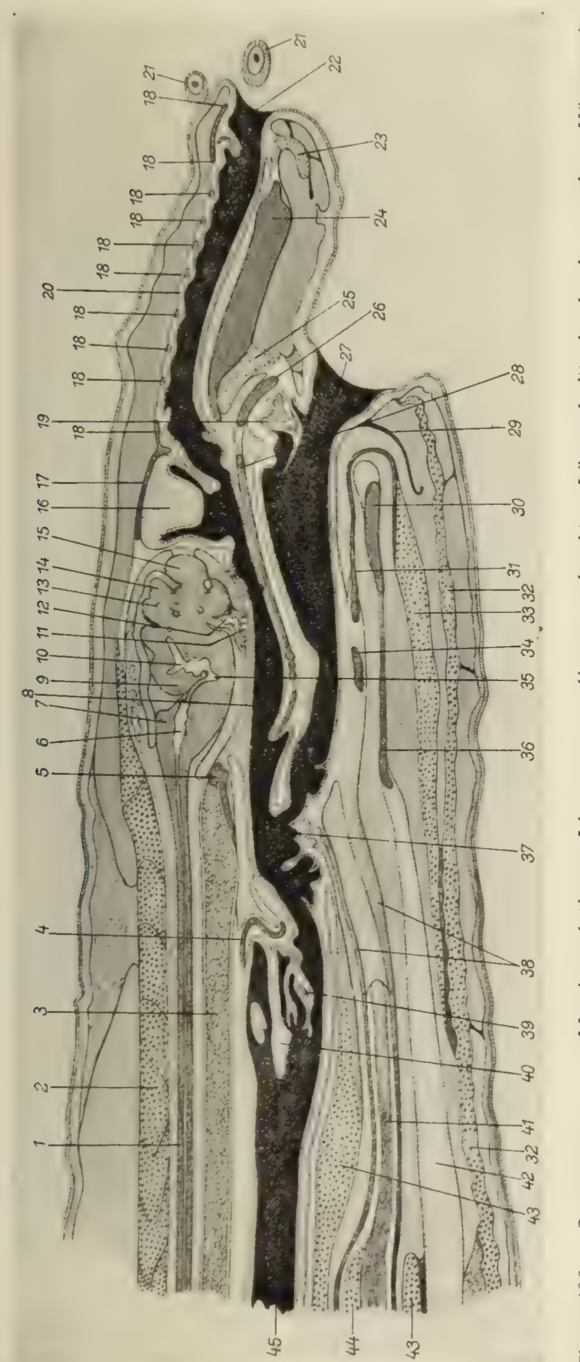
Lakunäre Räume

Die sämtlichen, durch ein dünnes, abgeflachtes Endothel ausgekleideten lakunären Räume *der Myxiniden* lassen sich in 2 Gruppen teilen, die roten und weißen Lymphräume (nach Cole). Die roten, die als ein Zwischenglied zwischen Arterien und Venen aufgefaßt werden können, enthalten stets rotes Blut in größerer oder geringerer Menge und lassen sich in 2 Kreisläufe unterteilen: den subkutanen und den peribranchialen. Die weißen Räume, die bloß weiße, in das venöse System entleerte Lymphe enthalten, gehören nicht zum eigentlichen Blutkreislauf und bilden ein eigenes System für sich. Auch sie sind als ein echtes lymphatisches System aufzufassen.

Im subkutanen Kreislauf der roten Lymphräume lassen sich folgende Sinusse unterscheiden:

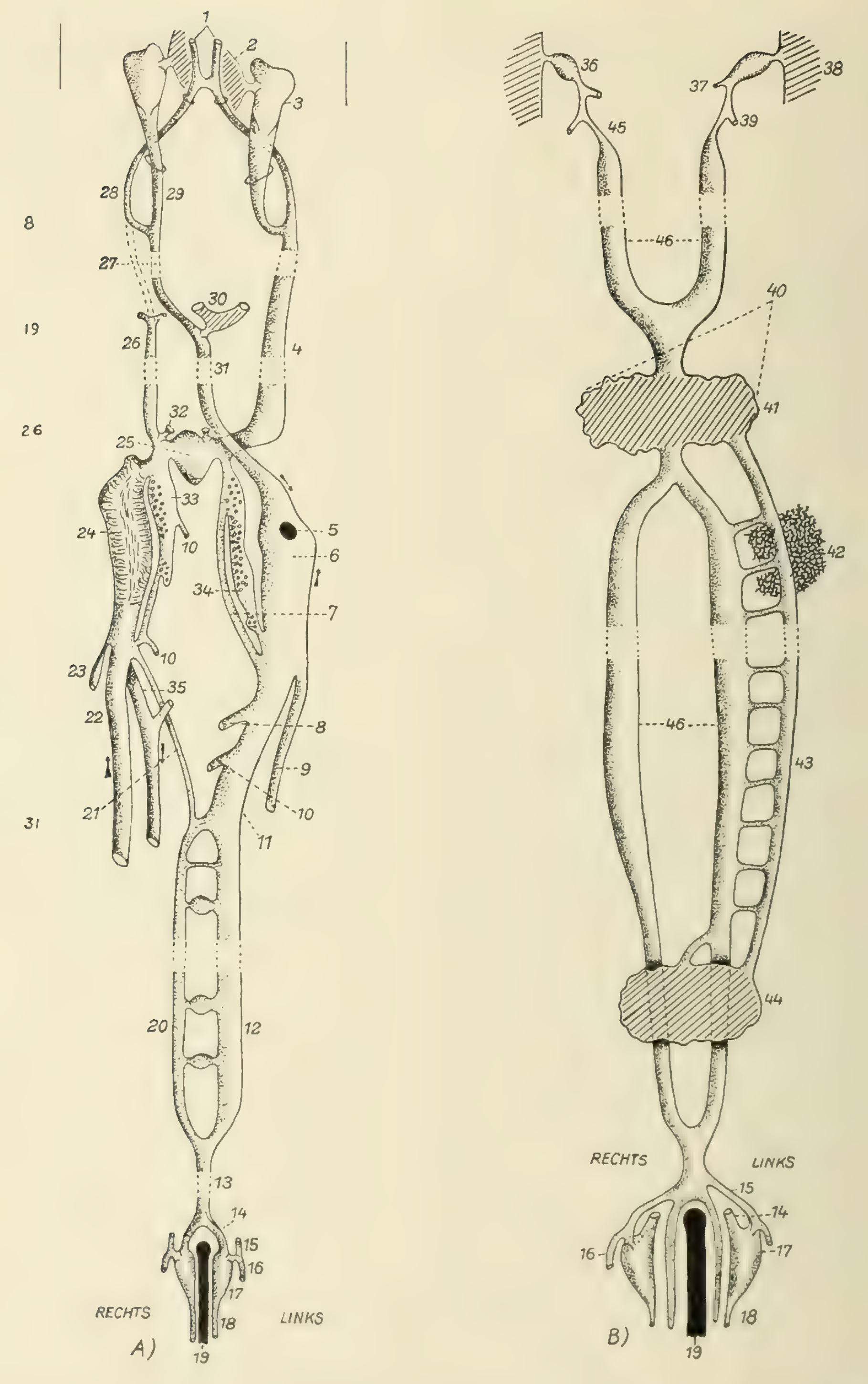
(1) Der weitaus größte subkutane Sinus (Sinus subcutaneus), dessen rotes Blut *im lebenden Tier* auch durch die Haut sichtbar ist. Er besteht aus 2 lateralen und 1 ventralen, unmittelbar unter der Haut gelegenen Teil, von denen die lateralen in der dorsalen Mittellinie durch den ein Septum bildenden Gewebsstrang getrennt werden, der Nerven und Blutgefäße zu und von der Haut leitet. Lateral gehen sie abwärts bis zur Reihe der Schleimsäcke und longitudinal erstrecken sie sich von den Nasaltentakeln bis zur Schwanzspitze. Vorn auf dem Kopf, wo das Dorsalseptum fehlt, stehen sie in offener Verbindung miteinander. Zwischen den lateralen und ventralen Teilen in der Nachbarschaft der Schleimdrüsengänge bildet eine Art von grobem Plexus eine Verbindung; vor dem Gebiet der Schleimsäcke wird diese Verbindung zu einer offenen. Der ventrale Teil des Sinus, der zwischen

den 2 Reihen von Schleimsäcken liegt, ist verhältnismäßig klein, nicht gut begrenzt und stark durch Bindegewebsstränge durchbrochen. Es ist demnach so ziemlich der ganze Körper durch einen weiten Gefäßraum umgeben, das Tier »liegt wie in einem losen,



Figur 409. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *medianer senkrechter Längsschnitt durch das vordere Körperende. Die viszeralen Höhlungen* sind schwarz, *der harte und weiche Knorpel* dunkel, *die Gefäßräume* licht getönt, *der Pseudoknorpel* schräg gestrichelt, *die Muskeln* punktiert. Die isolierten Hohlräume im vorderen Teil des Gehirns sind Spuren von Ventrikeln. (*1*) Rückenmark; (*2*) Musculus parietalis; (*3*) Chorda dorsalis; (*4*) medianer Verbindungs-Fortsatz des Suprapharyngeal-Skelettes; (*5*) »Parachordal«-Knorpel; (*6*) Ventriculus quartus; (*7*) Metencephalon; (*8*) Nasopharyngeal-(Hypophysial-)Röhre; (*9*) Mesencephalon; (*10*) »Aequaductus Sylvii« oder vordere Verlängerung des Ventriculus mesencephalicus; (*11*) Hypophysis cerebri; (*12*) Infundibulum cerebri; (*13*) Habenularganglion, die dunkle Stelle (am Rande des Gehirns) ist das Pineal-Organ; (*14*) Prosencephalon; (*15*) Bulbus olfactorius; (*16*) Lamina olfactoria; (*17*) Nasen-Kapsel; (*18*) Nasal-Ringe; (*19*) medianer Dorsalzahn; (*20*) Nasaltube; (*21*) Tentakeln; (*22*) äußere Öffnung der Nasaltube; (*23*) Musculus transversus oris; (*24*) Subnasalspange; (*25*) Musculus palatoethmoidalis profundus; (*26*) »Palatinal«-Kommissur; (*27*) Mund-Öffnung; (*28*) Hypophysialplatte; (*29*) Sehne des Musculus copuloglossus profundus des Protraktormuskels der Dentalplatte; (*30*) innere Spange des vorderen Segmentes der Basalplatte; (*31*) vorderer Bogen der Dentalplatte; (*32*) Musculus obliquus; (*33*) medianer Kopf des Musculus copuloglossus profundus; (*34*) hinterer Bogen der Dentalplatte; (*35*) Ventriculus mesencephalicus; (*36*) mittleres Segment der Basalplatte; (*27*) Gebiet der Mucosa, unmittelbar hinter dem Dentalapparat; (*38*) peripherische Sehne des Musculus longitudinalis linguae; (*39*) hintere transversale Velarspange; (*40*) Pharyngeales Velum; (*41*) zentrale Sehne des Musculus longitudinalis linguae; (*42*) hinteres Segment der Basalplatte; (*43*) Musculus copulocopularis; (*44*) Musculus longitudinalis linguae; (*45*) Ösophagus (pharyngealer Darmabschnitt). (Nach Cole)

blutgefüllten Sack in seiner Haut«, wie A. Retzius sagt. — Der Kaudalteil des Sinus ist mit einem paarigen, groben, auf die Kaudalflosse beschränkten Plexus in Verbindung, in den sein Inhalt frei einströmt. Plexus und Sinus werden entleert durch ein von der Dorsalseite beginnendes, hinten um die Schwanzspitze



Figur 410. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Gefäß-System. A Schema des gesamten Venen-Systems und seiner Verbindungen mit den lymphatischen Räumen*, von unten gesehen. *Die Zahlen zur Linken* geben die Lage der betreffenden Spinal-Ganglien an, *die Striche vorn* die Transversal-Ebene der Gehör-Kapseln, *jedoch nicht* ihre relative Lage zu den Venen. *Die kleinen Kreise in* (*33*) *und* (*34*) bezeichnen Lage und Ausdehnung von linker und rechter Vorniere. *Die Kloaken-Öffnung liegt* hinter der Aufsplitterungsstelle der Kaudal-Vene in die 2 hinteren Kardinal-Venen. *Die Durchgangsstelle der tiefen vorderen Kardinal-Venen durch das 4te Schädel-Fenster*

herumgehendes und dann vorwärtsziehendes, an der Wurzel der Flossenstrahlen gelegenes Randgefäß, das sich durch eine mit Platten versehene Öffnung in den vorderen ventralen Winkel der Kaudalherzen öffnet. An derselben Stelle entleert sich auch der seitliche chordale Sinus in dieses Herz. Das Randgefäß spaltet sich nicht vollständig bei der Einmündung in die beiden Kaudalherzen, sondern entsendet zu diesem Zwecke an jeder Seite der medianen ventralen Knorpelspange, an deren ventraler Kante es längs seines Vorwärtsverlaufes gelegen ist, eine Erweiterung aufwärts. Vor der Öffnung in das Kaudalherz läßt sich das Randgefäß für eine kurze Strecke vorwärtsverfolgen.

(2) Die subkutane Anastomose, die mit dem subkutanen Sinus durch eine gut kenntliche, vom hinteren Ventralende des Musculus tentacularis posterior und vom 2ten Myotom begrenzte Öffnung in Verbindung ist. Der an diese Öffnung anschließende, zunächst weite Kanal zieht einwärts und rückwärts dorsal und lateral zu den verschmolzenen Knorpeln der Trabekel und des Pterygo-Quadratums, sodann schräg durch das 2te Schädelfenster, um mit dem in der Nachbarschaft des 3ten Schädelfensters liegenden Abschnitt des Hypophysio-Velarsinus zu kommunizieren, worauf sie sich, weiter nach hinten ziehend, im Gebiet der Gehörkapsel in einen dorsalen, innerhalb, und einen ventralen, außerhalb des Beginns des Musculus cranio-hyoideus ziehenden Teil aufspalten, von denen der dorsale eine laterale Lage am skeletogenen Gewebe der Chordascheide einnimmt und mit dem Beginn des seitlichen Chordalsinus verschmilzt, während der ventrale sich in die seitliche dorsale Ausdehnung des Ventralsinus öffnet.

(3) Der paarige, innig mit der inneren Oberfläche des Musculus tentacularis posterior und vorn mit den hinteren Außenflächen des Musculus tentaculo-ethmoidalis und Musculus transversus oris verbundene Rostralsinus erstreckt sich von der Nähe der Schnauze nach hinten zur Ebene der Zahnbasis des mittleren

---

sowie die Durchtrittsstelle der oberflächlichen vorderen Kardinal-Vene durch das Cranium sind durch Kreise bezeichnet. ***B*** *Schema des Gesamtverlaufs des paarigen, axialen, weißen (echten) Lymph-Systems (das heißt des lateralen Chordalsinus und seiner Beziehungen zu den anderen Sinussen, dem lymphatischen Intestinalstamm* und *dem Venen-System,* von unten gesehen. *Die segmentalen Lymphräume, die sich in den lateralen Chordalsinus in seiner ganzen Länge öffnen,* sind nicht dargestellt, *von dem echten Lymphplexus in der Darmwand* nur ein kleiner Teil, *die Kaudal-Herzen* seitlich abgebogen.

In beiden Figuren sind die Gebiete, in denen die Gefäße ohne irgendeine Veränderung auf längere Strecken gerade verlaufen durch gestrichelte Linien angedeutet. (*1*) Zerebralvenen (linke und rechte Vena cardinalis anterior superficialis); (*2*) Teil des Hypophysio-Velarsinus, der durch Klappen-Öffnung mit dem Kardinal-Herzen kommuniziert; (*3*) Kardinal-Herz; (*4*) linke vordere Kardinal-Vene; (*5*) Lage der sinu-atrialen Herz-Öffnung; (*6*) Sinus venosus; (*7*) ventraler Teil des vorderen Abschnitts der linken hinteren Kardinal-Vene (mit Urniere); (*8*) vordere Leber-Vene (Vena hepatica anterior); (*9*) Subintestinal-Vene oder hintere Leber-Vene (Vena hepatica posterior) (*10*) Darm-Venen; (*11*) gemeinsame hintere Kardinal-Vene (= linke hintere Kardinal-Vene); (*12*) große linke hintere Kardinal-Vene [mit der kleinen rechten (*13*) durch Anastomosen verbunden)]; (*13*) medianer Abschnitt der Kaudal-Vene; (*14*) ableitende Vene des Kaudal-Herzens, die, verbunden mit der gegenseitigen, die mediane Kaudal-Vene bildet; (*15*) in das Kaudal-Herz mündender Zweig des lateralen Dorsalsinus; (*16*) in das Kaudal-Herz mündendes Randgefäß zur Entleerung des Sinus subcutaneus (Unterhautsinus); (*17*) Kaudal-Herz; (*18*) paariger, sich zur Bildung des Kaudal-Herzens erweiternder Teil der Kaudal-Vene (Vena afferens cordis caudalis); (*19*) medialer Ventralstab des Kaudalflossen-Skeletts; (*20*) kleinere, rechte hintere Kardinal-Vene (Vena cardinalis posterior dextra); (*21*) verschmälerter Teil von (*20*), der auch fehlen kann; (*22*) Portal- oder Supraintestinal-Vene; (*23*) Vena cystica; (*24*) Portal-Herz; (*25*) vordere kardinale Anastomose; (*26*) rechte vordere Kardinal-Vene; (*27*) hintere, rückwärts als mediane Vena jugularis inferior fortgesetzte Verlängerung von (*29*) (fehlt links); (*28*) rechte oberflächliche vordere Kardinal-Vene (Vena cardinalis anterior superficialis dextra); (*29*) rechte tiefe vordere Kardinal-Vene; (*30*) Hinterende des durch eine Klappen-Öffnung mit der Vena jugularis inferior kommunizierenden Zungen-Sinus (Sinus lingualis); (*31*) mediane untere Jugular-Vene (Vena jugularis inferior); (*32*) Verbindungsstelle des 6ten Peribranchial-Sinus mit dem vorderen Kardinal-System (durch Klappen-Öffnungen); (*33*) Dorsalteil des vorderen Abschnittes der rechten, (*34*) der linken hinteren Kardinal-Vene mit eingeschlossener Vorniere; (*35*) gemeinsame Portal-Vene, die in 2 zum vorderen und hinteren Leber-Lappen ziehende Zweige aufspaltet; (*36*) subkutane Anastomose; (*37*) Verbindung von (*36*) mit dem Hypophysio-Velarsinus; (*38*) Unterhaut-Sinus (Sinus subcutaneus); (*39*) Verbindung von (*36*) mit dem Ventral-Sinus; (*40*) Lage des Herzens; (*41*) Intestinal-Sinus (= erweiterter Teil des mittleren Abschnittes des lateralen Chordal-Sinus); (*42*) kleiner Teil des sich in den intestinalen Lymphstamm ergießenden Kapillarplexus der Darmwand; (*43*) intestinaler Lymphstamm; (*44*) Rektal-Sinus, umgibt, gebildet durch eine Ausdehnung des Hinterendes von (*43*), das Rectum und erhält eine Verbindung vom linken lateralen Chordal-Sinus; (*45*) Verbindung von (*36*) mit dem lateralen Chordal-Sinus, die dessen Vorderende bildet; (*46*) lateraler Chordal-Sinus. (Nach Cole)

Dorsalzahns. Er geht vorn allmählich in den subkutanen Sinus über, mit dem er weiter hinten mehrere verschiedene Verbindungen hat. Auch mit dem mittleren Teil des Hypophysio-Velarsinus, der unter der Nasalröhre liegt, ist er in Verbindung. Sein Hinterende ist blind.

(4) Der dorsale Oralsinus ist ein kurzer medianer, unmittelbar über dem Darm liegender, vom Mund bis zur Querebene der Subnasalspangenspitze sich erstreckender Sinus, der vorn allmählich in den Subkutansinus übergeht, weiter hinten einen blinden, auswärts dicht mit dem Musculus palato-ethmoidalis profundus verbundenen Seitenflügel abgibt und hinter dieser Region mit einem Divertikel des Hypophysio-Velarsinus in Verbindung ist, der dicht hinter dem Hinterende der Subnasalspange von dieser entspringt und unter dieser Spange vorwärtszieht, um mit dem dorsalen Oralsinus zu verschmelzen. Hinten gabelt sich der Sinus um den medianen Dorsalzahn und endet kurz nachher auf jeder Seite blind.

(5) Der Hypophysio-Velarsinus ist ein geräumiger, unregelmäßiger Sinus. Der Hauptteil des im Gebiet der Nasalröhre und des Nasalorgans befindlichen Abschnittes liegt unter der Nasalröhre außerhalb des Nasalskelettes; manchmal umgibt er die Röhre auch und ist vorn in weiter Verbindung mit dem subkutanen Sinus und dem Rostralsinus. Unter und hinter dem Hinterende der Subnasalspange erhält er, rückwärts verlaufend, eine Anastomose von dem unter dieser Spange zwischen den beiden Musculi palato-ethmoidales profundi eingezwängten dorsalen Oralsinus. Auch von den Riechlappen der Nase erhält er Anteil. Hinter dem Geruchs-Organ liegt der dort paarige Sinus unmittelbar seitlich von der Nasopharyngealröhre, bildet weiter hinten eine Verbindung mit dem Subhypophysialsinus und empfängt bedeutende Anteile, die den Musculus velo-spinalis und Musculus velo-quadratus umgeben und auch zwischen die Bündel des letztgenannten Muskels eindringen. Durch das 3te Schädelfenster empfängt dieser Teil dorsolateral ein Gefäß von der subkutanen Anastomose, das den Sinus mit dem subkutanen Sinus in Verbindung setzt, und ist mittels einer großen, mit Klappen versehenen Öffnung in Verbindung mit dem Kardinalherzen, in das sein Blut einzudringen vermag, ohne jedoch zurückfließen zu können. Der Rest des Sinus liegt hinter dem Musculus velo-spinalis als grober Plexus innerhalb des Velums.

(6) Der Subhypophysialsinus. Er beginnt blind hinter der freien, die Nasopharyngealtube von der Mund-Region trennenden Einfassung und zieht unter der Hypophysialplatte vorwärts, in seiner Gestalt dem breiten Teil des Knorpels angepaßt; er kommuniziert dorsal mit dem unmittelbar über ihm liegenden Hypophysio-Velarsinus und lateral jederseits mit der seitlichen dorsalen Ausweitung des Dentalsinus. Im Gebiet der Nasenkammer ist er mehr zentralisiert und seine Höhlung erweitert sich dort beträchtlich, um vorn wieder enger und niedriger zu werden und blind unter der Kommissur zwischen Palatinum und Basis des mittleren Dorsalzahns zu endigen.

(7) Der ventrale Sinus, der hinten in der ventralen Mittellinie unmittelbar unter dem hinteren Segment der Basalplatte blind entspringt und sich dann seitlich bis über die Seite des Knorpels als weiter, seichter, U-förmiger, zwischen Basalplatte und dem mittleren Kopf des Musculus copulo-glossus profundus liegender Sinus erweitert. Dicht hinter dem Gebiet des 2ten Kiemenbogens entspringt eine dorsolaterale Ausweitung, zieht einwärts vom Parietalmuskel nach oben bis zum Vorderende des oberen seitlichen Knorpels, den sie umgibt, und verbindet sich dort mit dem ventralen Teil der subkutanen Anastomose. Die dorsolaterale Ausweitung geht einwärts vom Musculus parietalis und Musculus obliquus vorwärts und abwärts und verbindet sich mit dem medianen Abschnitt nahe der Verbindung der mittleren und hinteren Segmente der Basalplatte. Dieser Abschnitt verbreitert sich seitlich und ventralwärts, so daß er den Musculus copulo-glossus superficialis und den ganzen Musculus copulo-glossus profundus auf beiden Seiten längs ihres ganzen weiteren Verlaufes umschließt. Auch die Sehne dieses Muskels kommt sodann in den Sinus zu liegen, worauf er dorsal allmählich in den Dentalsinus übergeht und schließlich sich in 2 dicht hinter dem Mund mit dem Subkutansinus in Verbindung stehende Teile gabelt.

(8) Der weite, etwas undeutliche, mit der Darmwand in der Zungen-Region in enger Verbindung stehende Dentalsinus. Er verschmilzt vorn unmittelbar vor dem Vorderende der inneren Spange des vorderen Basalplattensegments, das ihn im übrigen vollständig vom Ventralsinus trennt, mit diesem. An jeder Seite entsendet der Sinus in die Zunge 2 lange Erweiterungen, die durch den schmalen, die Dentalplatte enthaltenden Gewebsstreifen getrennt sind. Dort,

wo die Dentalplatte sich über die ventrale Mittellinie erstreckt, wird der Dentalsinus also in eine innere, einwärts von der Dentalplatte, und eine äußere, mit der inneren an beiden Enden in Verbindung stehende Abteilung geteilt, die mit den mehr außen gelegenen Teilen der lateroventralen Darmwand in Beziehung steht. Der Dentalsinus hat auch eine seitliche dorsale Ausweitung, die mit der äußeren Darmwand in Verbindung ist, auf die Dorsalfläche dieser übergeht und so zusammen mit dem medianen dorsalen Subhypophysialsinus eine vollständige Umkreisung der Darmwand bewirkt. — Hinten verschmilzt der Dentalsinus mit dem Lingualsinus und hinter dieser Verschmelzung geht er unmerklich in den Subösophagealsinus über. Das Blut erreicht diesen Sinus über die Kapillaren der vorderen und hinteren Zungenarterien, die von der äußeren Karotide kommen. Die vordere geht zunächst auswärts vorwärts und abwärts zwischen innerem und äußerem Kopf des Musculus copulo-ethmoidalis, biegt dann scharf einwärts unter dem Vorderende des Ventralsinus zur Zunge und verläuft in dieser rückwärts. Die hintere erreicht die Zunge über den »Strecker« des Musculus hyo-copulo-glossus.

(9) Der für den keulenförmigen Muskel bestimmte Lingualsinus. Er verschmilzt vorn mit dem Dentalsinus und ist mit dem Subösophagealsinus in Verbindung, zieht dann nach hinten und umgibt zunächst teilweise, dann vollständig die Sehne des Musculus longitudinalis linguae, von deren paarigen zentralen Teilen er, bevor er sie ganz umgibt, 1 Paar von Ästen erhält, die als einfache Gefäße an der dorsalen Oberfläche des Vorderendes der zentralen ungeteilten Sehne blind beginnen. Mit der Aufspaltung der Sehne wird auch der Lymphraum paarig. Der Hauptteil des Sinus zieht weiter rückwärts, umgibt den äußeren röhrenförmigen Teil der Sehne und schließlich auch den Körper des schon genannten Muskels. Er hat dementsprechend auch röhrenförmige Gestalt und wird vom Musculus copulo-copularis umgeben, ausgenommen am Hinterende des keulenförmigen Muskels, wo sich der Longitudinalis linguae über den Copulo-copularis hinaus erstreckt. Hinter dem Ende des keulenförmigen Muskels nimmt der Sinus rasch an Geräumigkeit ab, wendet sich ventral zur Rechten der Herzaorta (Aorta cardiaca), biegt zur Linken und unter die Spitze des Musculus perpendicularis und öffnet sich mit einer deutlichen Klappenöffnung in die untere Jugularvene. Dieser Übergang bildet ein verhältnismäßig recht langes Gefäß. Der Inhalt des Sinus kann in die Vene strömen, jedoch nicht entgegengesetzt.

(10) Der aus einer vorderen und hinteren Abteilung bestehende Subösophagealsinus. Seine vordere Abteilung beginnt als unregelmäßiger, sehr grober Plexus an der ventralen Darmwand im Gebiet der 3ten Kieme. Vor der Kiemen-Region bildet er einen großen, weiten, aber seichten, die ventrale Darmwand bedeckenden Sinus und endet hinten blind. Er hat mehrere weite Verbindungen an den Seiten des Darmes mit den subchordalen Sinussen. Nach einem langen Verlauf verengert er sich vorn abwärts und verschmilzt nach Abgabe verschiedener Verbindungen zum Lingualsinus mit dem Hinterende des Dentalsinus dicht hinter dem Hyoidbogen. Die hintere, viel kürzere und weniger geräumige Abteilung des Sinus, die durch einen deutlichen Zwischenraum von der vorderen getrennt ist, hat ein sehr undeutliches Vorderende und liegt in der 5ten Kieme. Weiter hinten bedeckt sie mehr oder weniger die ventrolaterale Darmwand und hat dort an der Seite des Darmes Verbindung mit dem subchordalen Sinus. Hinten verschwindet sie ungefähr in der Ebene des Ductus oesophago-cutaneus und endigt nach vorn blind. Der Inhalt des Sinus kann nur über den Subchordalsinus abfließen, muß auch von dort herkommen.

(11) Der kurze, unansehnliche, aber gut begrenzte, jederseits blind endigende Karotidensinus, der mit der äußeren Karotide längs der hinteren Hälfte der Nasenröhre in Verbindung steht und keinen Zusammenhang mit anderen Räumen zeigt.

Der peribranchiale Kreislauf der roten Bluträume weist 4 Sinusse auf. Als solche sind zu nennen:

(1) Der Herzsinus (Sinus cardiacus), der Sinus des Herzventrikels und der Aorta cardiaca, entspringt blind am Ventrikel als grober Gefäßplexus, der sich über die Ventrikeloberfläche verzweigt und anastomosiert, den Sinus venosus und das Atrium begrenzt und selbst auf allen Seiten, ausgenommen der mittleren, sagittalen, durch das perichordale Zölom umgeben wird. Vorn bildet der Plexus einen deutlichen, die Herzaorta in ihrer ganzen Länge vollständig umhüllenden Sinus, der auf jeder Seite weite Kanäle abgibt, die in die zuführenden Branchialarterien überleiten und sie mit allen Peribranchialsinussen in Verbindung setzen. Das 1te Paar dieser Kanäle zum 1ten Paar der Peribranchialsinusse wird durch die Gabelung des Sinus cardiacus gebildet.

(2) Die Peribranchialsinusse, auch als Pleuralsäcke bezeichnet. Sie bestehen aus 6 weiten, die Kiemen einschließenden, stets eine beträchtliche Menge roten Blutes aufweisenden Säcken. Morphologisch sind die Kiemen natürlich außerhalb dieser Säcke und stehen mit ihnen in derselben Beziehung wie die thorakalen und abdominalen Eingeweide zu ihren entsprechenden Höhlungen. In derselben Art, wie die Kiemen übereinandergreifen, greifen auch die Sinusse übereinander, so daß zwischen je 2 benachbarten Kiemen eine doppelte Teilung besteht, die gewöhnlich undurchbohrt ist. Jeder Sack besteht aus einer der Kieme selbst dicht gegenüberliegenden viszeralen und einer die Außenwand des Sackes bildenden parietalen Lage. Ein inneres und äußeres eingestülptes Gebiet dient dem Ein- und Austritt der zu- und ausführenden Kiemengänge und Gefäße. Jeder Sack, ausgenommen gewöhnlich der 1te, öffnet sich dorsal frei in die hinten in den Subchordalsinus des 6ten Peribranchialsinus einmündende peribranchiale Anastomose. — Jeder Peribranchialsinus ist bis zur äußeren Oberfläche seines ausführenden Kiemenganges ausgestülpt und jede solche Gangausdehnung öffnet sich weit in die vor und hinter ihr gelegene, so daß zum Beispiel die von Peribranchialsinus 3 kommende Ausdehnung mit der von 2 und 4 kommuniziert (manchmal kommunizieren die Sinusse aber auch direkt miteinander). Die Peribranchialsinusse sind also gewissermaßen aneinandergekettet durch die dorsalen Peribranchialanastomosen, die lateralen Gangausdehnungen und den ventralen Sinus cardiacus. Der letzte, 6te Sinus öffnet sich hinten, wo er sich mit dem Hinterteil der Peribranchialanastomose vereinigt, durch eine große, mit Klappen versehene Öffnung in die vordere Kardinalvene oder vielmehr in die geräumige venöse Anastomose, die beide vorderen Kardinalvenen verbindet.

(3) Die Peribranchialanastomose; sie ist ein ziemlich enger, paariger Längssinus dorsal von den Peribranchialsinussen, der an die Innenfläche des dorsalen Vorderrandes des Musculus constrictor branchiarum et cardiae angeheftet ist, vorn blind beginnt, meist keine Verbindung mit dem 1ten Peribranchialsinus hat und sich frei in alle übrigen Peribranchialsinusse öffnet. Der letzte, 6te Peribranchialsinus öffnet sich in sie und zugleich in den subchordalen Sinus und in die vordere kardinale Anastomose. Sie verbindet also den 6ten Peribranchial- und Subchordalsinus miteinander und entleert sich in die Vene, öffnet sich demnach an beiden Enden in den Subchordalsinus im Zwischengebiet der Peribranchialsinusse.

(4) Der weitausgedehnte mediane Subchordalsinus. Er liegt mit seinem Hauptteil unmittelbar unter der Chorda und streicht von dem Gebiet dicht hinter dem Schädel zur Ebene der äußeren Kiemenöffnung. An jedem Ende besteht er aus einem unregelmäßigen, variablen, groben, ohne Verbindung mit irgendeinem Teil des Blutgefäß-Systems befindlichen Plexus. Hinten streicht er ventral unter die vordere Mediankante des Musculus constrictor branchiarum et cardiae. Er liegt dort ventral von der unpaarigen mittleren Abteilung des lateralen Chordalsinus auf der dorsalen Darmfläche. Seine hintere Region verbindet sich an der Darmseite mit dem Hinterteil des Subösophagealsinus. Wie schon erwähnt, öffnet sich die peribranchiale Anastomose hinten im Gebiet des 6ten Peribranchialsinus in ihn.

Von weißen Lymphräumen sind folgende 3 zu unterscheiden:

(1) Der seitliche Chordalsinus (Sinus chordalis lateralis). Er kann als Hauptachse des weißen lymphatischen Systems angesehen werden, da er sich von einem bis zum anderen Körperende erstreckt und Verbindungen mit anderen wichtigen Sinussen und auch mit dem Blutstrom besitzt. Er beginnt paarig vorn unmittelbar hinter der Gehörkapsel, wo er mit der in den großen, subkutanen Sinus leitenden subkutanen Anastomose in Verbindung ist, lateral von der Chorda. Die beiden Sinusse nehmen dann, rückwärts ziehend, ventrolateral von der Chorda und dorsal vom Subchordalsinus den 3-eckigen, von den Myotomen der Chorda und vorn von dem Subchordalsinus begrenzten Raum ein. Während ihres ganzen Verlaufes nehmen sie an beiden Seiten nicht vollständig korrespondierende und nicht streng segmental angeordnete Segmentalgefäße auf. In gewissen Zwischenräumen spaltet sich der Sinus auf, um den Dorsalteilen der Segmentalgefäße den Durchgang aufwärts an die Seite der Chorda zu gestatten. Ungefähr in der Ebene der 2ten und 3ten Kieme vereinigen sich die beiden lateralen Sinusse zu einem unmittelbar unter der Chorda, dorsal vom Subchordalsinus liegenden Mediansinus, der nun bis zu seiner Verschmelzung mit dem Intestinalsinus im Gebiete des Herzens weiterzieht. Dieser umgibt mehr oder weniger den Darm im Gebiet des Herzens und des vorderen Leberlappens und kann als eine Ausweitung des Medianteils des lateralen Chordalsinus angesehen werden. Er hat unbestimmte vordere und hintere Begrenzung. Rechts ist er mit der gemeinsamen Portalvene verbunden und

erhält den Inhalt eines gut ausgeprägten Plexus an der Gallenblasenoberfläche. Hinten nimmt er den die Portalvene begleitenden intestinalen Lymphstrang auf. Hinter dem Intestinalsinus trennen sich die lateralen Chordalsinusse wieder zu paarigen Gebilden, die die ganze Länge der Abdominalhöhle und einen Teil des Schwanzes durchziehen. Gerade vor dem Anus gibt der linke laterale Chordalsinus ventral eine oder mehrere Anastomosen zu dem durch die Ausdehnung des intestinalen Lymphstranges gebildeten Rektalsinus ab, der dem Intestinalsinus in seinen Beziehungen zu dem ihm zugehörigen Darmteil ähnelt. — Vor der ventralen Medianspange des Kaudalflossenskeletts verbinden sich die lateralen Chordalräume auf eine kurze Strecke aufs neue. Diese Verbindung liegt medial, vertieft sich dorsoventral und gibt ventral an jeder Seite, sich in das Kaudalherz öffnend, Anastomosen ab, die einwärts von der Kaudalvene und dem Herzen der betreffenden Seite, auswärts vom vorspringenden Knopf der ventralen Medianspange des Kaudalflossenskeletts hinzieht, wobei der Inhalt des lateralen Chordalsinus die Kaudalvene und die hintere Kardinalvene und das Kaudalherz erreicht; sodann verliert der Sinus seine ventrale Vertiefung und der übrigbleibende dorsale, unmittelbar unter der Chorda gelegene Teil spaltet sich im letzten Teil auf und setzt sich jederseits von der ventralen Medianspange rückwärts bis zur Ebene des Hinterendes des Kaudalherzens fort, wo beide blind endigen.

(2) Die segmentalen Lymphräume. Sie weisen die typischen dorsalen und ventralen Zweige eines Segmentalgefäßes auf, jedoch verdoppelt. Jedes Paar öffnet sich in den lateralen Chordalsinus seiner Seite. Zwischen den doppelten segmentalen Lymphgefäßen beider Zweige verläuft die Segmental-Arterie oder -Vene. Lymphräume und Blutgefäß ziehen vorwärts zu ihrem segmentalen Nerven. Sie treten nicht regelmäßig auf, manchmal in jedem Segment, manchmal alternierend. Unmittelbar über der Dorsalkante des Musculus obliquus des Rumpfes gibt das hintere Gefäß von jedem lymphatischen Paar eine geradeaus durch die Muskeln ziehende, sich intersegmental in den Subkutansinus öffnende Anastomose ab. Im Schwanzgebiet ist die Verbindung zwischen den segmentalen Lymphräumen und dem genannten Sinus intersegmental und dorsal von den Schleimsäcken.

(3) Der intestinale Lymphstamm. Er begleitet die Portalvene als Längsgefäß unmittelbar zu ihrer linken. Ein reicher anastomosierender Plexus von blind in der Darmwand entspringenden Lymphkapillaren, der an der äußeren Darmfläche unmittelbar unter der Serosa, oberflächlich vom Blutkapillar-System liegt, ergießt sich in den Sinus. Der Lymphstamm mündet vorn in den Hinterrand des Intestinal- (lateralen Chordal-) Sinus, hinten in den Vorderrand des den Darm umgebenden, gerade vor der Kloakenöffnung liegenden Rektalsinus. Er ist in Zwischenräumen durch Anastomosen, die die Äste von der Aorta zu den Eingeweiden begleiten, in Verbindung mit dem linken lateralen Dorsalsinus. Eine besondere, größere Anastomose verbindet den zwischen den beiden hinteren Kardinalvenen an ihrer Ursprungsstelle aus der Kaudalvene liegenden Rektalsinus mit dem linken lateralen Chordalsinus. — Der intestinale Lymphstamm ist ein echtes Lymphgefäß, da er mit blinden Kapillaren in der Wand der Eingeweide endigt, sein Inhalt niemals eine Mischung von rotem Blut zeigt und da er sich schließlich in den Blutstrom entleert. — Die Lymphe aus dem Darm tritt in den Blutstrom (nach Ansicht Coles) wahrscheinlich auf dem Wege über den direkt mit dem Kaudalherzen in Verbindung stehenden lateralen Chordalsinus ein. — Bei *manchen Tieren* findet sich (nach Coles Beobachtung) ein ventraler Lymphraum am Darm, der der Subintestinalvene entspricht und sich ebenfalls in den Subintestinalsinus öffnet.

Die Bedeutung der Lymphräume und ihre Beziehung zum eigentlichen Blutgefäß-System ist lange Zeit umstritten gewesen. Gleichwohl ist das lymphatische System infolge seiner großen Ausdehnung schon lange bekannt. Gegenwärtig ist festgestellt, daß ein ständiger beträchtlicher Strom von den Lymphräumen (an 4 weit voneinander getrennten Punkten) zu den Venen geht (siehe Schema Figur 411). Die ursprüngliche Annahme, daß das in den Lymphräumen gefundene rote Blut durch Blutaustritt aus den Gefäßen infolge des Heraufholens der Tiere aus größerer Tiefe zu erklären sei, ist insbesondere durch die Untersuchungen Klinckowströms, Retzius' und Coles als irrig erwiesen.

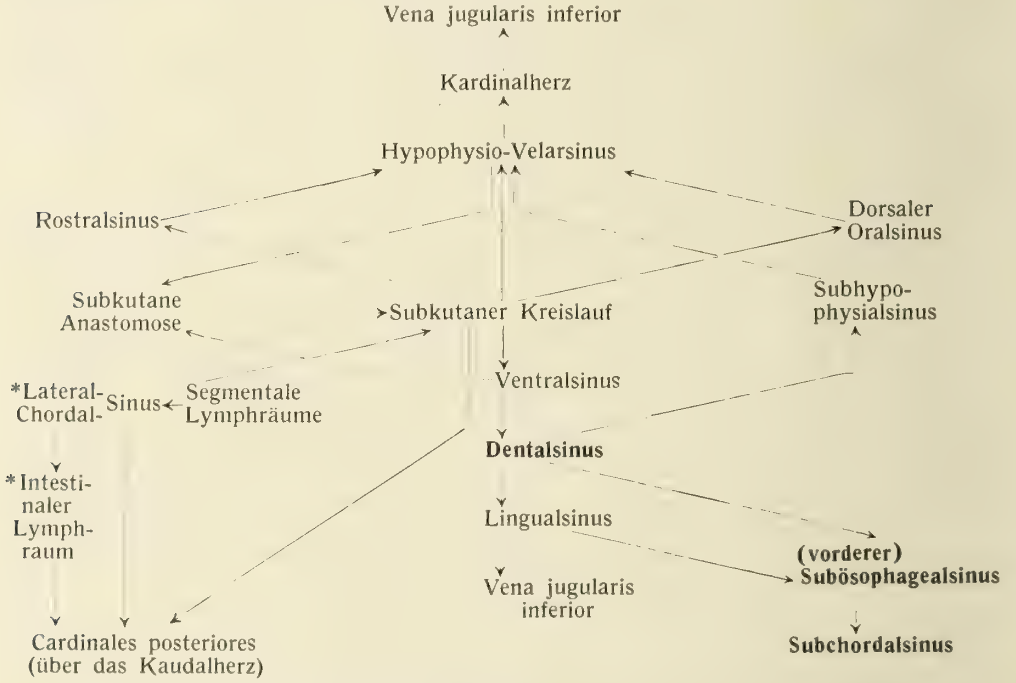
Das weiße lymphatische System entspricht zum mindesten teilweise und insbesondere physiologisch dem echten Lymph-System der Vertebraten. Sein Inhalt geht vor allem durch das Kaudalherz in den Blutstrom über.

Die beiden roten Lymph-Systeme sind miteinander, wie bereits erwähnt, durch den vorderen Subösophagealsinus in Verbindung. Rotes Blut tritt von den Arterien der Schnauze in den subkutanen Lymphkreislauf ein. Es

wird durch Klappenöffnungen an den bereits genannten Stellen in die Venen und damit in den definitiven Blutgefäßstrom zurückergossen. In den peribranchialen Lymphkreislauf tritt das rote Blut durch die zu- und ausführenden Kiemenarterien ein, sowie durch den Dentalsinus des subkutanen Kreislaufes und geht in die Venen durch die peribranchiale Anastomose und die vordere venöse Kardinalanastomose wieder zurück.

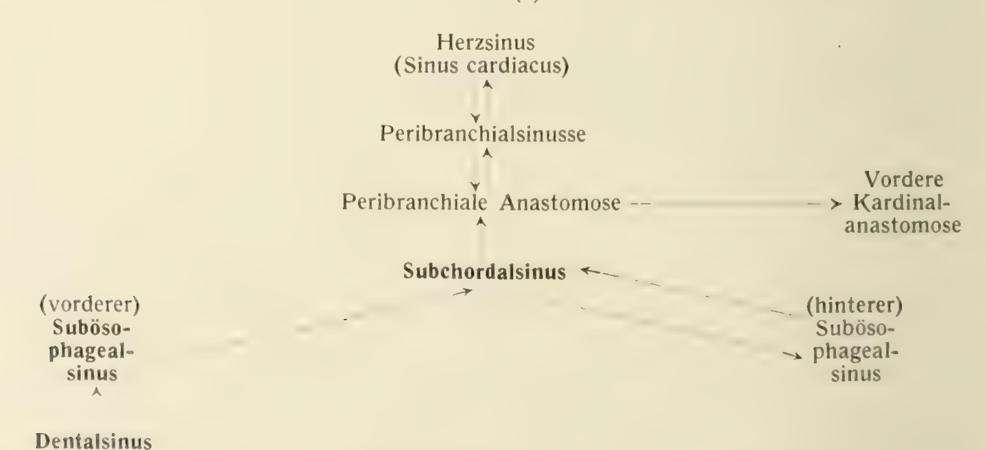
Nach Coles Meinung gehören diese roten lymphatischen Kreisläufe eigentlich zum Blutgefäß-System und sind nicht als wirkliche Lymphräume anzusprechen. Sie vertreten an den Stellen, wo sie bestehen und wo keine Kapillaren vorhanden sind, deren Aufgabe, indem sie eine Art Verbindung zwischen Arterien und Venen herstellen.

Wir haben also bei *Myxine* Linnaeus eine typische lakunäre Zirkulation festzustellen.



Figur 411. Schema der Beziehungen der Sinusse des subkutanen Kreislaufs. (Nach Cole)

Die echten (weißen) Lymphräume, die in diesen Kreislauf eingeschlossen sind, sind mit Sternchen (*) bezeichnet.



Figur 412. Schema der Beziehungen der Sinusse des peribranchialen Kreislaufs. (Nach Cole)

Die den beiden Kreisläufen gemeinsamen Räume sind in beiden Figuren fett gedruckt.

Blutgefäß-System der Petromyzoniden

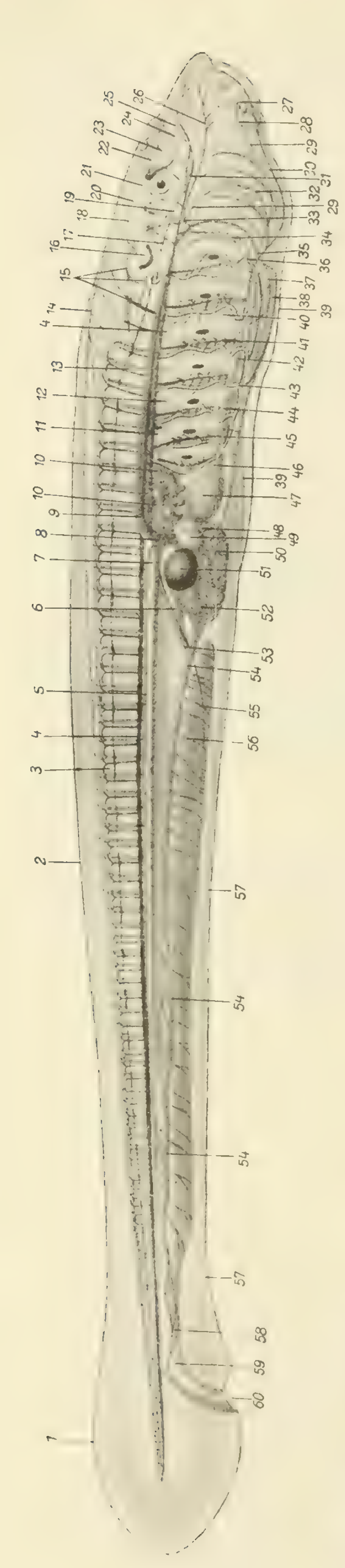
Das definitive Gefäß-System *der Petromyzoniden*, das sich größtenteils schon *im larvalen Alter* bildet, besteht aus dem Herzen, dem Arterien-System, das sich wieder in den Truncus arteriosus mit seinen Zweigen und die Rückenaorta und deren Verzweigungen teilt, und aus dem durch kapillare Anastomosierung mit dem Aorten-System in Verbindung gesetzten Venen-System, das die Kardinalvene, die Subintestinalvene und die ihr zufließenden Zweige, die Vena jugularis impar mit ihren Verästelungen und die superfizialen Venen umfaßt. *Die erwachsenen Tiere* weisen überdies auch ein System von venösen Sinussen auf.



Figur 413. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die Herzmitte.* (*1*) Chorda; (*2*) Aorta; (*3*) Schlund (Ösophagus); (*4*) Mitteldarm; (*5*) dorsales Pankreas; (*6*) Herzbeutel-Knorpel; (*7*) unpaarige Jugular-Vene; (*8*) Herz-Kammer (Ventrikel); (*9*) Herz-Beutel (Perikard); (*10*) Kardinal-Vene; (*11*) Vorhof. (Nach Krause)

Das sich durch die ganze Länge der postbranchialen oder Vornierenleibeshöhle erstreckende, besonders deren ventralen Teil einnehmende, unter dem Ösophagus und zwischen den Vornierenkanälchen liegende Herz ist (nach Hatta) als ein 2-mal, und zwar zuerst nach links und dann nach rechts gekrümmtes weites Rohr zu bezeichnen, das durch diese Krümmung in 3 in einer waagrechten Ebene liegende Abschnitte geteilt wird. Der vordere ist der kegelförmige, gewöhnlich median liegende Ventrikel, der mittlere das durch die atrio-ventrikuläre Einschnürung mit dem Ventrikel in Verbindung stehende eiförmige, etwa halb so lange, rechts liegende Atrium und der hintere der gleichfalls durch eine Einschnürung mit dem Atrium verbundene, wieder in der Mitte liegende, einen großen Muskelbeutel bildende Sinus venosus. Nach vorn verjüngt sich der Ventrikel, der etwas weiter nach hinten geht als die atrio-ventrikuläre Einschnürung, zu dem sehr muskulösen, mit 1 Klappen-Paar versehenen Conus arteriosus und dem Bulbus arteriosus. Ventrikel und Conus arteriosus zeigen die dickste Wand des ganzen Herzens, die des Sinus venosus ist am dünnsten. Der atrio-ventrikuläre Durchgang besitzt 2 Klappen, eine vordere und eine viel größere und dickere hintere, die einander in ihrer ventralen Ausdehnung decken. Zwischen den beiden Klappenrändern bleibt eine kleine Spaltöffnung, das Fenster zwischen Ventrikel und Atrium, übrig. Die atriale Wand hat auf der Innenfläche eine grubenartige Einkerbung, die für den abgerundeten, konvexen, freien Rand der vorderen Klappe bei der Zusammenziehung des Herzbeutels zur Aufnahme dient.

Zwischen Atrium und Sinus venosus ist keine Klappe, wohl aber in *früheren Stadien* eine sich später zurückbildende Ringfalte vorhanden. Der Sinus venosus selbst nimmt jederseits den Ductus Cuvieri, hinten die große Lebervene, ventral die Vena jugularis impar auf. Sein ventraler Teil wird von der Leber stark eingeengt.



Figur 414. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *seitliche Ansicht einer 17 Tage alten Larve.* (*1*) Schwanz-Flosse; (*2*) Rücken-Flosse; (*3*) Rückenmark; (*4*) Aorta dorsalis; (*5*) 24te Parietal-Arterie; (*6*) linke Portal-Vene; (*7*) hintere Kardinal-Vene; (*8*) rechter Ductus Cuvieri; (*9*) vordere Kardinal-Vene; (*10*) Vornieren-Vene; (*11*) 7te Kiemen-Vene; (*12*) dorsale Längssuperfizial-Vene; (*13*) 5te Parietal-Vene; (*14*) Hinterhirn; (*15*) Vena lateralis capitis; (*16*) Gehör-Kapsel; (*17*) hintere Zerebral-Arterie; (*18*) Okzipital-Arterie; (*19*) hinterer Zweig der Fazial-Arterie; (*20*) Zerebellar-Arterie; (*21*) Arteria plicae encephali; (*22*) dorsale Zerebral-Arterie; (*23*) mittlere Zerebral-Arterie; (*24*) Arteria lobi olfactorii; (*25*) Fazial-Arterie; (*26*) Fazial-Vene; (*27*) Zunge; (*28*) Velum; (*29*) Velar-Vene; (*30*) Lingual-Arterie; (*31*) vordere Zerebral-Arterie; (*32*) Velar-Arterie; (*33*) Sinus, der die Fazial-Vene (*26*) mit der Vena lateralis capitis (*15*) und der Mandibular-Vene (*34*) verbindet; (*34*) Mandibular-Vene; (*35*) Gefäßbindeglied, das Vena jugularis impar (*39*), Schilddrüsen-Vene, Lingual-Vene und Muskel-Arterie (*37*) miteinander verbindet; (*36*) gemeinsame Wurzel der 1ten und 2ten Kiemen-Arterie; (*37*) Muskel-Arterie; (*38*) Schilddrüse; (*39*) Vena jugularis impar; (*40*) Quersuperfizial-Venen; (*41*) 4te Kiemen-Vene; (*42*) ventrale Längssuperfizial-Vene; (*43*) Anlage der Kiemenknorpelspange; (*44*) Truncus arteriosus; (*45*) 7te Kiemen-Arterie; (*46*) Bulbus-Wulst; (*47*) Ventrikel; (*48*) Atrium; (*49*) Sinus venosus; (*50*) Leber; (*51*) Gallen-Blase; (*52*) rechte Portal-Vene; (*53*) Dotterdarm-Arterie (Arteria vitello-intestinalis); (*54*) Subintestinal-Vene; (*55*) Mitteldarm; (*56*) Darm-Vene; (*57*) Ventral-Flosse; (*58*) Arteria recto-cloacalis; (*59*) Kloakalknickung des Hinterdarms; (*60*) Kloake. (Nach Hatta)

Das ellipsoide Herz *der vollständig ausgewachsenen Tiere* liegt in dem eine besondere Abteilung des Zöloms bildenden Herzbeutel, dem Pericardium, und füllt diesen ganz aus. Durch einige Ligamente wird es mit dessen Wänden verbunden. Der Herzbeutel wird gegen außen vorn von den letzten Kiemensäcken, dorsal von dem Pronephros und dem linken Leberlappen, ventral von der unteren Körperwand, hinten von der Leber mit dem Ligamentum coronarium begrenzt. Zwischen diesem und ihm liegt als eine geschlossene Zölom-Abteilung der postperikardische Raum. Zum Teil wird das Perikard von der kuppelartigen Knorpellamelle gebildet, die bereits bei der Schilderung des Skeletts erwähnt worden ist (Figur 155, 158). Dieser knorpelige Teil umgibt die kaudale Herzhälfte. Vorn wird die Perikardialwand von 2 seitlichen Lamellen gebildet, die nach vorn unter kaudalwärts gerichteten, die vordere Herzhälfte umfassenden Winkeln konvergieren. Der Winkel setzt sich ventral mit einem Divertikel des Herzbeutels fort, der das Vorderende der Herzkammer und den Bulbus arteriosus aufnimmt. Diese Wand ist fibromuskulös, die dünne innere Kaudalschicht fibrös, die vordere mit der inneren fest verbundene wird aus zumeist sagittal verlaufenden

Muskelbündeln gebildet, die ventrale Herzbeutelwand ist, ähnlich wie die dorsale, teils fibrös, teils knorpelig.

Eine leichte, aus starken Ringmuskelfasern bestehende Ringeinschnürung kennzeichnet den den Conus arteriosus bildenden Vorderteil des Ventrikels. Das Klappen-Paar des Conus ist taschenförmig, der verhältnismäßig kurze Bulbus arteriosus weist besonders in seinem hinteren, sich an den Conus anschließenden Teil eine starke Ausbildung von Ringmuskulatur auf, durch die auf seiner Außenfläche ein ringförmiger Wulst entsteht. Kopfwärts nimmt die Dicke der Wand wie des Gefäßes selbst allmählich zu den Verhältnissen des den Kiemenkorb entlang verlaufenden Truncus arteriosus ab. Conus und Bulbus liegen beim *erwachsenen Neunauge* ganz in der Vertiefung am vorderen Ventrikelende. — Cori leugnet das Vorhandensein des Conus arteriosus.

Der Truncus arteriosus (Ventralaorta) durchläuft als großes Gefäß die ganze Kiemengegend und teilt sich genau hinter der Schilddrüse in die *beim erwachsenen Tiere* gleichstarken Hörner (rechtes und linkes Horn). Er liegt, nun durch ein dünnes Bindegewebslager von der den medialen Teil des Kiemenhöhlenbodens bildenden Pharynxwand getrennt, unter dieser, die durch ihn ziemlich stark gehoben wird, wodurch sie eine vorragende Längsleiste bildet: die über der Schilddrüse eine Hypobranchialgrube tragende Hypobranchialleiste. Die paarigen Hörner des Truncus arteriosus verlaufen zwischen Schilddrüse und Pharyngealhöhlenboden durch, enden vorn am Vorderende der Schilddrüse und gehen, durch die 2 ersten Kiemenbogen aufsteigend, direkt in eine gemeinsame Wurzel zweier Gefäße über: das vorderste Kiemenarterien-Paar.

Figur 415. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *linke Seitenansicht des Kopfarterien-Systems.* (*1*) Arteria tectolateralis; (*2*) Arteria labialis; (*3*) Arteria facialis; (*4*) Arteria orbitalis anterior; (*5*) Arteria ophthalmica; (*6*) Arteria orbitalis posterior; (*7*) Arteria cerebralis; (*8*) laterale Arterie (Arteria lateralis); (*9*) Arteria subcranialis; (*10*) Arteria veli; (*11*) Aorta dorsalis; (*12*) Arteria parabranchialis; (*13*) Arteria hypobranchialis; (*14*) 1te Wurzel-Vene; (*15*) Arteria subbasilaris; (*16*) Carotis; (*17*) Arteria glossa; (*18*) Arteria mandibularis; (*19*) Arteria buccalis; (*20*) Arteria apicalis; (*21*) Arteria perforans. (Nach Tretjakoff)

Der hintere Hauptstamm des Truncus arteriosus gibt je 1 Paar Quergefäße an die hinteren Kiemenbogen jeder Seite ab [bei *Lampetra reissneri* (Dybowski) an den 5ten bis 8ten], von denen das 1te genau am Gabelungsbogen des Truncus in seine Hörner entspringt. Es sind die zuführenden Kiemengefäße, die Kiemenarterien. Die vor diesem Gebiet liegenden vorderen Kiemen [bei *Lampetra reissneri* (Dybowski) 1 bis 4] werden von Ästen aus den beiden Truncushörnern versorgt.

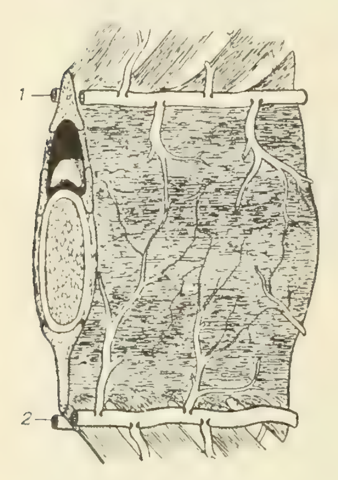
Die Wurzel der Kiemenarterie, die beiderseits lateral aus dem Truncus entspringt und sich bald nachher nahezu senkrecht durch das Kiemenseptum zieht, ist sehr dick. Die Arterien verdünnen sich immer mehr gegen ihre Spitze zu. In dem Septum verläuft auch das aus der Kieme ausführende Gefäß: die Kiemenvene. Die Arterie zieht unter dem die äußere (vordere) Septaloberfläche auskleidenden Epithel, die Vene unter der inneren (hinteren) Epitheldecke. Beide Gefäße geben an beiden Seiten kurze Zweige an die Kiemenfilamente ab. In jedes solche tritt ein Arterien- und ein Venen-Zweig ein, die dort ineinander übergehen. Nur im 1ten und im letzten Kiemenbogen gehen diese Zweiglein natürlich nur auf einer Seite ab, da auch die Reihe der Kiemenfilamente dort nur 1-seitig ist.

Vor der 1ten Kiemenarterie entspringt 1 Paar schwächerer Arterien, die Velararterie (Arteria spiraculi nach Cori); jedoch nicht von den Truncushörnern, sondern von der rechten und linken Lingualarterie, die vor der Schilddrüse an der Stelle, wo der Truncus in die Hypobranchialarterien (Arteriae carotis ventrales nach Cori) übergeht, aus ihm entspringen. Die Hypobranchialarterie, die später aus der Lingualarterie entspringt und vom Truncushorn durch deren ursprünglichen Teil getrennt ist,

die Lingualarterie selbst und die aus dem Vereinigungspunkt von Hypobranchial- und Lingual-Arterie stammende Velararterie sind die 3 somatischen, vom Truncusvorderende stammenden Zweige.

Die Lingualarterien gehen nebeneinander durch die mesodermalen Gewebe des Mediankiels des Mundbodens. Ungefähr an der Zungenwurzel sind sie in Kapillaren gespalten, die im Inneren der Zunge ein dichtes Netzwerk bilden und mit den Zweigen der Lingualvenen anastomosieren. Vor dem kapillaren Netzwerk verlassen die sehr großen Arterien die Zunge, um in den unteren Lippengeweben voneinander abzuweichen und die Maxillararterien zu bilden, die durch die Mundwand dorsalwärts in die Schnauze hinein durchgehen und durch einige ihrer Zweige mit den zuführenden Ästen der Fazialvene anastomosieren.

Die Hypobranchialarterie jeder Seite ist mit den ventralen Spitzen der 2ten, 3ten und 4ten Kiemenvene durch die Verbindungsarterien verknüpft.



Figur 416. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *die 4 Längsarterien des distalen Schwanzteiles,* von links und ein wenig vorn gesehen, *nach Abtragung des Teguments, der Muskeln und Venen.* (*1*) Arteria longitudinalis dorsalis; (*2*) Arteria caudalis par. (Nach Favaro)

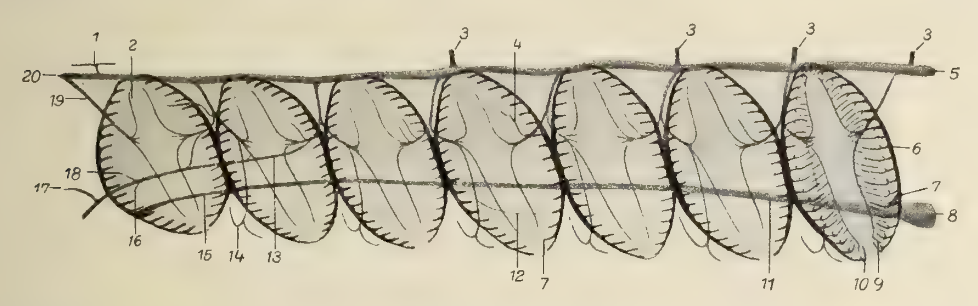
Vom absteigenden vertikalen Zweig der Hypobranchialarterie wird ein vorderer und hinterer Horizontalzweig abgegeben, die die Schilddrüsenarterie bilden. Sie steht durch 4 kurze Divertikelgefäße in direkter Verbindung mit der Schilddrüsenvene. An jeder Seite der Schilddrüse verläuft ein Längsgefäß, das vorn mit der Velararterie verbunden ist und durch den Vorderteil der hinteren Velum-constrictor-Muskel durchgeht. Es stammt (nach Hatta) direkt von der Vena jugularis impar ab, hat zunächst keine Verbindung mit der Velararterie und ist als Muskelarterie (Ramus muscularis nach Cori) zu bezeichnen.

Velararterie, Hypobranchialarterie und Lingualarterie, sowie ihre Zweige sind (nach Hatta) sekundären Ursprungs und stammen von den primären Gefäßen (Truncus arteriosus und seinen Hörnern, sowie Kiemengefäßbogen) ab. — Die beiden Truncushörner sind (nach Hatta) mit den inneren Karotiden *der Vertebraten* gleichzustellen.

Die unter der Chorda in ihrer ganzen Ausdehnung entlang laufende kräftige Rückenaorta spaltet sich vor der 1ten Kiementasche in kleinere, den äußeren Karotidenarterien *der Vertebraten* entsprechende Stämme, ist im Hinterteil der Kiemengegend am dicksten und nimmt allmählich gegen die beiden Enden ab. An der Teilungsstelle in die rechte und linke Karotide ist sie dorsoventral stark zusammengepreßt. Sie liegt auf dem die Darmhöhle überdachenden entodermalen Epithel, von dem sie in der Kiemengegend nur durch ein dünnes Lager von losem Bindegewebe, in der Mitteldarm-Region außerdem noch durch die Leibeshöhle getrennt ist, während sie in der Vornierengegend durch das zwischen beide Organe tretende Rückenmesenterium geschieden wird. Auch zwischen der Chorda und ihr liegt lockeres Bindegewebe. Die durch den Achsenteil des Schwanzes gehende hintere Fortsetzung der Aorta dorsalis ist die Kaudalarterie (Arteria caudalis), die, sich immer mehr verjüngend, schließlich ganz hinten durch einige Zweige mit der unter ihr liegenden Kaudalvene in Verbindung ist, von den Myotomen jeder Seite durch Bindegewebe getrennt, und außer einer Anzahl kleinerer, die Myosepten durchkreuzender, den Parietalarterien gleichzustellender Arterien keine besonderen Äste abgibt.

In der Branchial-Region gibt auch die Rückenaorta jederseits Kiemengefäße, und zwar an jedem Kiemenbogen eines ab, das ihn durchquert und als sein efferentes Gefäß dient: die Kiemenvene. Nur die vorderste Vene entspringt aus jeder der äußeren Karotidenarterien dicht bei der Gabelung, alle übrigen aus der einfachen, ungeteilten Aorta. Sie gehen in stumpfem Winkel von der Seite der Aorta nahe ihrer Ventralfläche ab und ziehen dann fast senkrecht abwärts, indem sie in jedem Kiemenbogen hinter deren afferentem Gefäß, der Kiemenarterie, verlaufen. Auch mit der Darmwand sind sie in Verbindung und geben in jedes der auf den Oberflächen der Kiemensepten befindlichen, röhrenförmigen Kiemenfilamente so wie die Arterie eine Reihe kleinerer Zweige ab: die Venae laminae branchialis efferentes. Jede solche Vene bildet mit dem zuführenden Gefäß je eine einfache Schlinge in jedem Filament. Die 1te und letzte Kiemenvene hat so wie die entsprechenden Arterien nur die Filamente

je einer Seite zu bedienen. Die Kiemenvene des Hyoidbogens, die, wie schon erwähnt, nicht mit der Aorta selbst, sondern mit den Karotiden in Verbindung steht, beschreibt einen großen, lateral gewendeten Bogen, kreuzt sich mit der vorderen Kardinalvene, indem sie sich an ihrer Medianseite abwärts und vorwärts biegt und verbindet sich weiter vorn mit der Carotis ihrer Seite genau unter dem Fazialganglion. Sie geht dicht unter dem Darm-Epithel an der Medianseite des entsprechenden afferenten Gefäßes. Vor der Gehörkapsel, an der Stelle des Facialisaustrittes aus seinem Ganglion, teilt sich die Aorta in den rechten und linken Karotidenstamm. Gerade vor ihrer Wurzel gibt die mit der 1ten Kiemenvene verbundene Karotidenarterie eine schwache, den Hautschädel durchdringende, mit der hinteren Zerebralarterie in Verbindung stehende Vertikalarterie ab, das 2te Gefäßbindeglied der hinteren Zerebralarterie, die selbst das 1te Gefäßbindeglied darstellt.



Figur 417. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *linke Seitenansicht des branchialen Blutgefäß-Systems. Die Blutgefäße der Kiemenblätter sind nur in der hintersten Kieme halbschematisch angegeben.* (*1*) Arteria subcranialis; (*2*) Kiemen-Vene; (*3*) parietale Arterie; (*4*) Schlund-Arterie; (*5*) Aorta dorsalis; (*6*) Sack-Arterie; (*7*) Kiemenbogen-Arterie; (*8*) Bulbus aortae; (*9*) Blatt-Vene; (*10*) Blatt-Arterie; (*11*) Truncus; (*12*) Arteria thyreoidea; (*13*) parabranchiale Arterie; (*14*) hypobranchiale Arterie; (*15*) Terminalast des Truncus; (*16*) Arterie des Musculus mandibularis posterior; (*17*) Arteria mandibularis; (*18*) Arteria veli; (*19*) Wurzel-Vene; (*20*) Carotis. (Nach Tretjakoff)

Die Karotiden weichen vorn an die Seite der sich zwischen sie schiebenden Chorda auseinander und spalten sich unter dem Augapfel in ein mediales, ins Innere des Hautschädels eindringendes Gefäß, die Zerebralarterie, und ein gleich starkes, laterales, das den Hauptstamm der Carotis darstellt, die Fazialarterie, die auf der vertikalen Querebene hinter dem Infundibulum den sofort rückwärts verlaufenden hinteren Zweig der Fazialarterie als schwachen Ast abgibt und dann lateral, dorsal und vorwärts-seitlich von jedem Trabekel entlangzieht, vor dem Vorderende der Trabekel durch die Quermuskeln des Oberkiefers geht und fast horizontal zum Schnauzenvorderende in den jederseits die Verlängerung des Maxillarzweiges der Lingualarterie bildenden, ihren Inhalt in die Fazialvene ergießenden Ramus labialis communicans übergeht. Unter dem Vorderende des Gehirns gibt die Fazialarterie die 2 starken Maxillarzweige als Verbindung mit den Fazialvenen ab, von denen der eine sofort vertikal aufsteigt, während der andere vorwärts verläuft. Die Verbindung mit den Fazialvenen geschieht durch Anastomosierung mit deren Zweigen. Durch die Fazialvene wird auch die Schnauze und die Umgebung des Mundes mittels einiger kleinerer Zweige versorgt, von denen die der Schnauze angehörigen mit der Vena lateralis capitis, die dem Munde angehörenden mit der Fazialvene in Verbindung stehen.

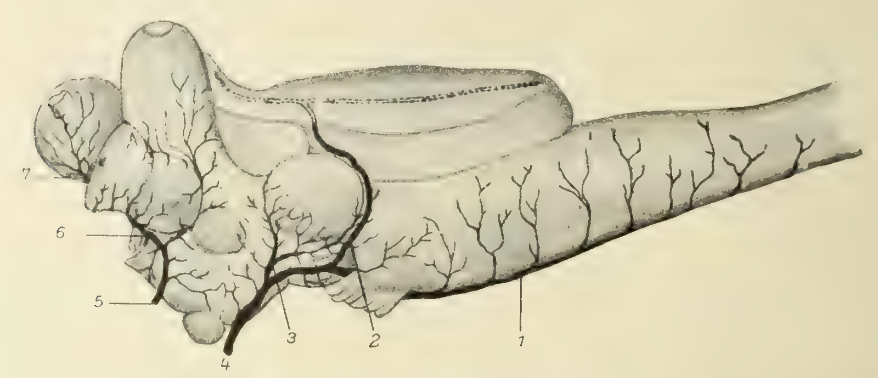
Der prämandibulare Gefäßlauf ist größtenteils aus sekundären Gefäßen gebildet.

Der hintere Fazialarterienzweig ist hinter dem Trigeminusganglion mit den Zweigen der Vena lateralis capitis verbunden, die dort einen weiten Blutsinus bildet.

Die, wie schon erwähnt, in den Hautschädel durch dessen Wand eintretende Zerebralarterie teilt sich in 2 Zweige: (1) in die auf kurze Strecke dorsalwärts, dann vorwärts aufsteigende, zwischen Gehirn und Wand des Hautschädels eintretende vordere Zerebralarterie, die in der Höhe der Zerebralkommissur einen vorwärtsziehenden, fast horizontal in die frontale Oberfläche des Gehirns verlaufenden, mit den Endzweigen der darüber hinziehenden Vena capitis anastomosierenden Zweig abgibt und (2) in die dicht an der Chorda in dem engen, zwischen ihr, den Trabekeln und dem Gehirn freigelassenen Raum entlangziehende, immer mehr von der Chorda seitwärts abbiegende und endlich hinten in der Kiemengegend in die Basilararterie übergehende hintere Zerebralarterie.

Die vordere Zerebralarterie gibt in ihrem vorderen Abschnitt 2 dorsale Zweige ab, von denen der hintere, ungefähr in der Höhe des Trabekelvorderendes entspringende, dorsal vorwärtsziehende, im Basalteil der Epiphyse einen Gefäßring um diese bildende die Arteria cerebri media darstellt, während der Hauptstamm der Zerebralarterie dorsalwärts in die den Riechlappen des Gehirns bildende flache Grube und dann gleichfalls in die Vena lateralis capitis geht (Arteria lobi olfactorii nach Cori).

Die hintere Zerebralarterie gibt jederseits als vordersten Zweig die Arteria ophthalmica (dorsale Zerebralarterie) ab, die sich in einige vorwärtsziehende, mit dem Epiphysengefäßring und der Vena lateralis capitis verbundene und einige rückwärts zum Augapfel ziehende Äste teilt. Der 2te Zweig der hinteren Zerebralarterie ist die hinter dem Augapfel und vor dem Trigeminusganglion entspringende, vertikal dorsalwärts der das Mittelhirn vom Hinterhirn trennenden Plica encephali entlangziehende Arteria plicae encephali. Sie spaltet gleichfalls in vorwärtsziehende, mit einem Zweig der Vena lateralis capitis anastomosierende, und in rückwärtsziehende, in die Zweige der hinteren Gehirnvene übergehende Äste auf.



Figur 418. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Arterien des Gehirns.* (*1*) Endigungen der Arteria rhombencephalica; (*2*) Arteria chorioidea; (*3*) Arteria rhombencephalica; (*4*) linke hintere Gehirn-Arterie (Arteria cerebralis posterior); (*5*) linke vordere Gehirn-Arterie (Arteria cerebralis anterior); (*6*) ihre Kreuzung mit dem Nervus opticus; (*7*) Verteilung der rechten Arterie auf der medialen Oberfläche des Rhinencephalon. (Nach Sterzi)

Der 3te, vor dem Fazialganglion von der hinteren Zerebralarterie abgehende dorsale Zweig bildet die dorsalwärts zur Lateralfläche des Cerebellums aufsteigende Zerebellararterie, der 4te, gegenüber der Lateralwand der Gehörkapsel abgehende die der Medulla oblongata angehörige Okzipitalarterie. Beide senden ihr Blut in Zweige des dorsalen Vertikalabschnittes der Vena lateralis capitis.

Von den erwähnten 4 Vertikalarterien steht die 1te, die Zerebralarterie, in Übereinstimmung mit dem prämandibularen Gefäßbogen und dem Ganglion ophthalmicum, die Arteria plicae encephali liegt im Segment des Mandibulargefäßbogens und des Trigeminusganglions, die Zerebellararterie stimmt mit dem 1ten Kiemengefäßbogen (Hyoidbogen) und dem Fazialganglion und die Okzipitalarterie mit dem 2ten Gefäßbogen und dem Glosso-pharyngeus-Ganglion überein.

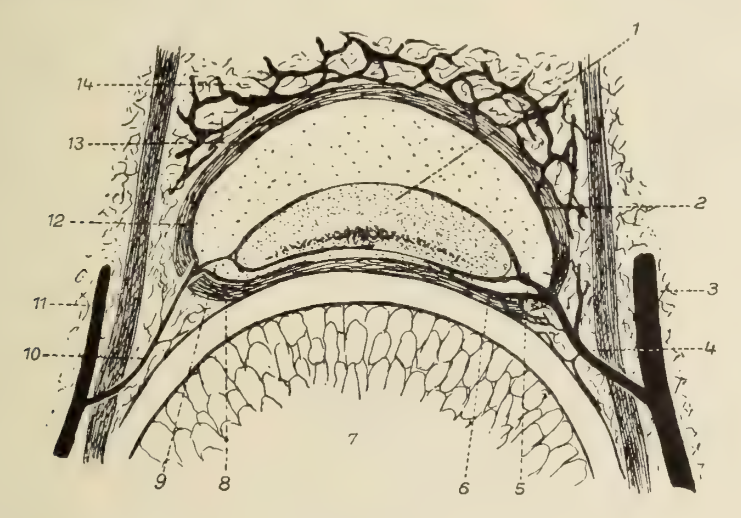
In der postbranchialen Region gibt die Aorta 2 Paare von Arterienzweigen, die Vornieren- oder Glomus-Arterien, und an der rechten Seite die Wurzel der Vitello-Intestinalarterie ab. Alle anderen larvalen Zweige dieses Aortenabschnittes sind beim *erwachsenen Tiere* obliteriert.

Die sehr starke, aus der Aorta genau gegenüber der Vereinigung des 3ten Vornierenkanälchens mit dem Sammelrohr entspringende vordere Glomus- oder Vornierenarterie zieht seitwärts und abwärts in den von einem Netzwerk ihrer Kapillaren gebildeten Glomus jeder Seite, dessen Kapillaren in die sich knäuelnde und zwischen die Vornierenröhrchen eintretende Vornierenvene vereinigt werden.

Das hintere Paar der Glomusarterien ist schwächer entwickelt als das 1te, sonst aber gleich. Bei *älteren Larven* obliteriert dieses Paar ebenfalls und es bleibt nur das eine vordere Paar übrig.

Die ungefähr auf der Höhe der Glomusarterien entspringende Arteria vitello-intestinalis, der rechte Zweig der 6ten Vornierenarterie, zieht ventral rückwärts im Bogen über den Ösophagus in der Nähe der Einmündung des Ductus

choledochus in den Mitteldarm, ohne in ihrem Proximalabschnitt mit dem Rückenmesenterium in Beziehung zu stehen, und geht dann über die Leibeshöhle durch das den rechten Ductus Cuvieri enthaltende, nicht zylindrische, sondern einen lateralen Vorsprung bildende Parietalmesenterium, in dem sie infolge der durch die Drehung des Darmkanals um 125° erfolgten Verlagerung einen spiralförmigen Verlauf nimmt; währenddessen ist sie vom Darmkanal durch den schmalen, sichelförmigen Recessus der Leibeshöhle getrennt, der zwischen dem lateralen Vorsprung des Parietalmesenteriums und dem Ösophagus eingeschaltet ist. Erst hinter der Mündung des Ductus choledochus in den Darm kommt das Gefäß, dessen Hinterende sich in der mittleren Darmgegend befindet, mit diesem in direkte Verbindung. Die Vitello-Intestinalarterie unterliegt während *der Larven-Entwickelung* sehr starken Veränderungen und wächst sehr bedeutend. Sie verläuft stets parallel, genau gegenüber der an der ursprünglichen ventralen Mittellinie des Mitteldarmes ziehenden Subintestinalvene. Die Muskelwand der Arterie ist insbesondere in ihrem vorderen Abschnitt sehr dick und elastisch, im Mitteldarmabschnitt (splanchnischen Abschnitt) verläuft sie nicht mehr der dorsalen Darmwand entlang,



Figur 419. Cyclostoma. — *Petromyzonidae*: *Schema der Blutgefäß-Verteilung im Rückenmarks-Kanal.* (*1*) Rückenmark; (*2*) Vena dorsalis der Endorhachis; (*3*) dorsaler Zweig der Vena parietalis; (*4*) Vena vertebro-medullaris; (*5*) Vena medullaris; (*6*) Vena ventralis der Endorhachis; (*7*) Chorda dorsalis; (*8*) ventraler Vertebralzweig der Arteria vertebro-medullaris; (*9*) Rückenmarks-Ast der Arteria vertebro-medullaris; (*10*) Arteria vertebro-medullaris; (*11*) dorsaler Zweig der Arteria segmentalis; (*12*) dorsaler Vertebralzweig der Arteria vertebro-medullaris; (*13*) Endorhachis; (*14*) Gewebe des Rückenmarks-Daches. (Nach Sterzi)

sondern in einem an der Darmwand befindlichen, linsenförmigen Lymphoidgewebe, das zunächst die Darmwand nur flach eindrückt, weiter hinten aber eine tiefe, spiralförmige Grube in ihr bildet, in der sich die Vitello-Intestinalarterie befindet. Diese Grube erzeugt im Inneren des Darmes die Spiralklappe (siehe dort).

Von dem splanchnischen Abschnitt der Arterie gehen vorn 2 schwache Zweige ab. Der eine, die Intestinalarterie, geht rückwärts und abwärts durch das eben genannte Lymphoidgewebe und anastomosiert mit den Kapillaren des von der Subintestinalvene herkommenden, korrespondierenden Venenzweiges und mit den Zweigen der nächsten, ebenfalls von der Vitello-Intestinalarterie etwas hinter der 1ten entspringenden hinteren Querarterie. Diese Arterie ist nicht azygisch, sondern der Arterienstamm sendet auch einen korrespondierenden rechten großen Zweig ab: die direkt in die Leber gehende Leberarterie, die in Anastomose mit den Kapillaren des Venenzweiges der Leber steht.

Hinter diesem Arterien-Paar folgen mehr als 12 Paare in gleichen Entfernungen aus dem Arterienstamm entspringende, in ihrem Verlauf und ihren Beziehungen zur Subintestinalvene mit dem vorderen Paar übereinstimmende Arterienzweige (Mayers Gefäße), von denen die hinteren immer schwächer werden und die in keiner Beziehung zu den Metameren des Körpers stehen; es sind die Intestinalarterien, die in jedem Segment durch Kapillaren mit den entsprechenden Venen anastomosieren.

Hinter der Wurzel der Vitello-Intestinalarterie gibt die Rückenaorta vor der Kloakenbildung des Darmkanals ventral, meist an der rechten Seite, die Rekto-Kloakalarterie ab, die, in 2 sich abermals teilende Zweige geteilt, jederseits zwischen Darmwand und viszeralem Peritoneum verläuft und in die 2 hinteren Subintestinalvenenschenkel anastomosiert. Zu diesen splanchnischen Gefäßen gesellen sich die genau segmental angeordneten, intermyomerisch gelegenen, also in jedem Myoseptum gebildeten somatischen Parietalarterien, deren vorderste sich zwischen dem 3ten und 4ten Myocomma befindet. Sie stehen mit den Parietalvenen in Verbindung, entspringen jederseits an der Dorsolateralwand der Rückenaorta und steigen fast senkrecht die Chordaseitenwand empor und einwärts von der Parietalvene in die von der Bindegewebsscheide eingeschlossene Basis des Rückenmarks, wo sie in einen medialen und einen lateralen Zweig aufspalten. Der laterale geht weiter aufwärts zur inneren und dorsalen Seite des Spinalganglions, wo er sich abermals in die mit den entsprechenden Wurzeln der nächstfolgenden und nächstvorhergehenden Parietalvene in Verbindung befindlichen vorderen und hinteren Horizontalzweige teilt. Der mediale Zweig durchbricht gleich nach seinem Ursprung die Bindegewebsscheide des Rückenmarks, geht aufwärts und wird durch die laterale Wand dieser Scheide mit den von den vorderen und hinteren Parietalvenen abgegebenen Kapillaren verbunden. An der Basis des Rückenmarks gibt dieses Gefäß einen vorderen und hinteren kollateralen, horizontal in einer Längsarterie vereinigten Zweig ab: die zwischen dem Rückenmark und seiner Bindegewebsscheide verlaufende Basilararterie.

Figur 420. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die Aorta an der Ursprungsstelle des ventralen Wulstes am Eingang einer Segmental-Arterie.* (*1*) Elastica interna; (*2*) Aorta; (*3*) Grenze der Elastica interna; (*4*) Endothel; (*5*) Wülste; (*6*) Segmental-Arterie. (Nach Keibel)

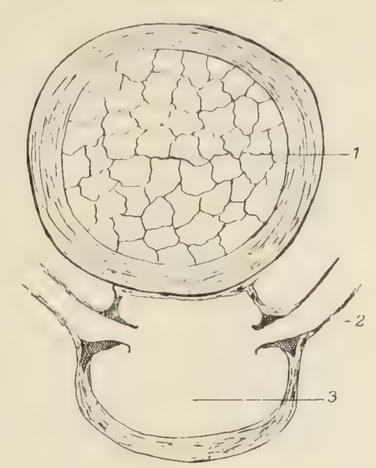
Bei *älteren Larven* wird dieses Verhalten dadurch abgeändert, daß das Blut durch kürzere oder längere horizontale, auf der Fläche des oberen Rückenmarksrandes und des Spinalganglions entlanglaufende Gefäße erst nach 2, 3 oder mehr Segmenten in die Venen abgegeben wird. Außerdem werden aber auch weiter abwärts neue Kapillarverbindungen nach allen Richtungen gebildet, so daß ein unregelmäßiges Netzwerk entsteht. Die horizontalen Kollateralzweige des medialen Abschnittes verändern sich ebenfalls. Die 2 Zweige vereinigen sich in jedem Segment mit den entsprechenden der vorderen und hinteren Segmente und bilden dadurch eine dünne, lange Längsarterie, die die ganze Länge des Rückenmarks entlangläuft und kopfwärts in die hintere Gehirn-

arterie übergeht. — Diese Gefäße entsprechen (nach Hatta) der Basilararterie der *höheren Cranioten.* Cori bestreitet das Vorhandensein von Glomus und Glomusarterie.

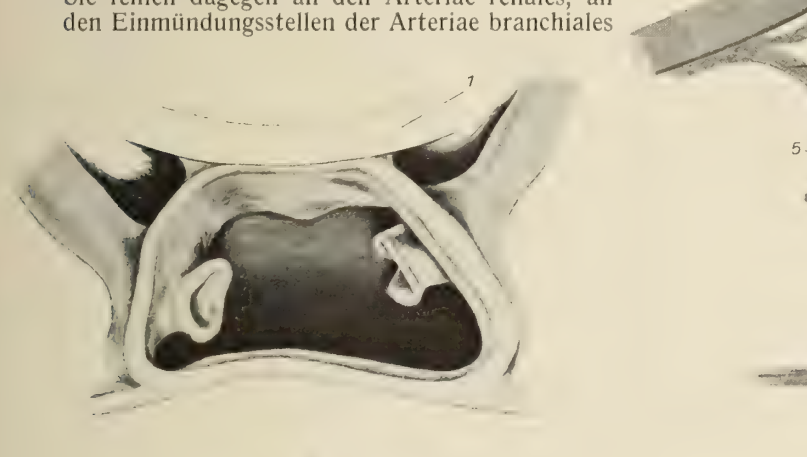
Bulbus- und Arterien-Wülste. — Im Bulbus arteriosus findet sich ein eigenartiger, paariger Wulst, der genau mit dem vom Herzbeutel umgebenen Gebiet des Bulbus zusammenfällt. Jeder Wulst besteht aus 2 deutlich scheidbaren Schichten: aus dem im Inneren liegenden Kern, der aus zarten, vakuolisierten Zellen besteht, die an chondroides Gewebe erinnern und der die Stütze (das »Skelett« nach Keibel) der Wülste darstellt, und aus einer diesen »Kern« umgebenden Hüllschicht. Die Wülste sind (nach Keibel) der Hauptsache nach Derivate der mittleren Gewebsschicht, der Media des Bulbus, der ja so wie die Arterien aus 3 Schichten besteht: einer zuinnerst gelegenen Intima, der Media und der Adventitia.

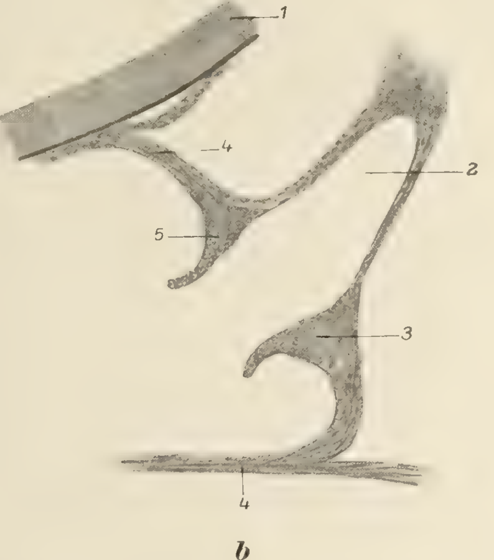
Die Wülste des Bulbus arteriosus sollen (nach Ansicht verschiedener Autoren) so wie die später zu besprechenden Arterienwülste dazu dienen, den Blutstrom zu hemmen. Nach Keibel haben sie den innerhalb des Herzbeutels gelegenen Teil des Bulbus arteriosus zu verstärken.

Außer diesen Wülsten des Bulbus kommen ähnliche klappenartige Bildungen auch an den Ursprungsstellen kleinerer Arterien aus größeren vor, und zwar an den Ursprüngen der Segmentalarterien aus der Aorta, an den Arteriae caudales und longitudinales dorsales, in den Arterien der Leber und des Darmes, in dem Verästelungsgebiet der Arteriae segmentales, an der Ursprungsstelle der aus der ventralen Wand der Aorta entspringenden, zum Ovarium ziehenden Arterie, sowie eines kleinen Vas vasorum aus der Aorta. Sie fehlen dagegen an den Arteriae renales, an den Einmündungsstellen der Arteriae branchiales



Figur 421. Cyclostoma. — *Petromyzonidae: Klappen-Anordnung am Ursprung der Segmental-Arterien,* schematisch. (*1*) Chorda dorsalis; (*2*) Segmental-Arterie; (*3*) Aorta dorsalis. (Nach Keibel)



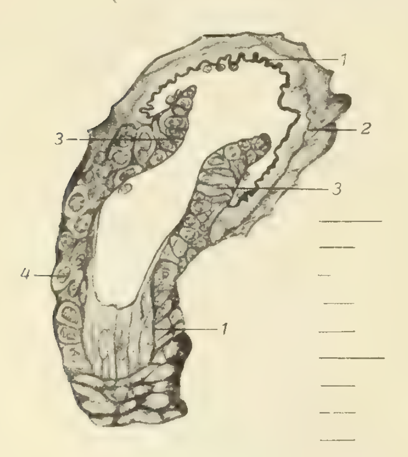


Figur 422. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): ***a*** *Ursprung einer rechten und linken Segmental-Arterie aus der Aorta,* von vorn gesehen (Modell). ***b*** *Durchschnitt durch den Abgang einer Segmental-Arterie der Aorta.* (*1*) Chorda; (*2*) Segmental-Arterie; (*3*) ventraler Wulst; (*4*) Aorta; (*5*) dorsaler Wulst. (Nach Keibel)

efferentes in die dorsalen Aorten, an der Arteria coeliaca und an der Vornierenarterie. Am besten ausgebildet sind die erstgenannten, die trichterförmig mit leicht nach außen umgeschlagenem Rand und ovaler, kaudalwärts etwas ausgezogener Öffnung in die Lichtung der Aorta vorragen (Figur 422). Hinter diesem Trichter ist die abzweigende Arterie deutlich erweitert. Auch diese klappenartigen Wülste bestehen aus 2 verschiedenen, aber nicht streng voneinander getrennten Gewebsschichten. Ähnlich,

mit geringerer oder größerer Abweichung, sind die Wülste anderer Gefäße gebaut. Die Elastica ist weder an dem Aufbau dieser noch an dem der Bulbuswülste beteiligt, sondern endet an deren Basis.

Alle diese Wülste sind dem Blutstrom entgegengerichtet. Sie hemmen ihn jedoch nicht (wie sehr viele Autoren meinen), sondern fördern ihn dadurch, daß infolge ihrer Gegenwart das in die Arterien eindringende Blut aus mehr zentralen Teilen der Blutsäule herstammt, in denen es in schnellerer Bewegung ist als in den peripheren; das heißt also, es wird schneller strömendes Blut in die Arterienäste »abgefangen«.



Figur 423. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Einmündung einer kleinen Darm-Arterie in eine ganz kleine.* Querschnitt. (*1*) Elastica interna; (*2*) kleine Darm-Arterie; (*3*) Wülste; (*4*) ganz kleine Darm-Arterie. (Nach Keibel)

Nach Tretjakoff sind in den Bulbuswülsten 7 Schichten zu unterscheiden, und zwar von innen nach außen: (1) das Endothel mit langen, längs des Bulbus gestellten Kernen, (2) die innere Muskel-Lage, (3) das basophile Chondroidgewebe, (4) die äußere Muskelschicht, (5) kollagene Fasern, (6) die Blutgefäßschicht, (7) das äußere, von (6) durch eine derbe fibröse Lamelle geschiedene, dem Perikard angehörige Endothel. Elastische Fasern fehlen in ihnen.

Die Aortenwand ist (nach den Beobachtungen Keibels) nicht gleich dick. Dort, wo sie sich an die Chordascheide anlegt, ist sie ganz dünn, oft kaum zu erkennen, während sie gegenüber das Vielfache an Durchmesser besitzt.

Venen-System

Das Venen-System besteht bei *älteren Ammocoetes* aus der medianen Subintestinalvene, den 2 lateralen Kardinalvenen und ihren Verzweigungen, der Vena jugularis impar und den Superfizialvenen in der Kiemengegend.

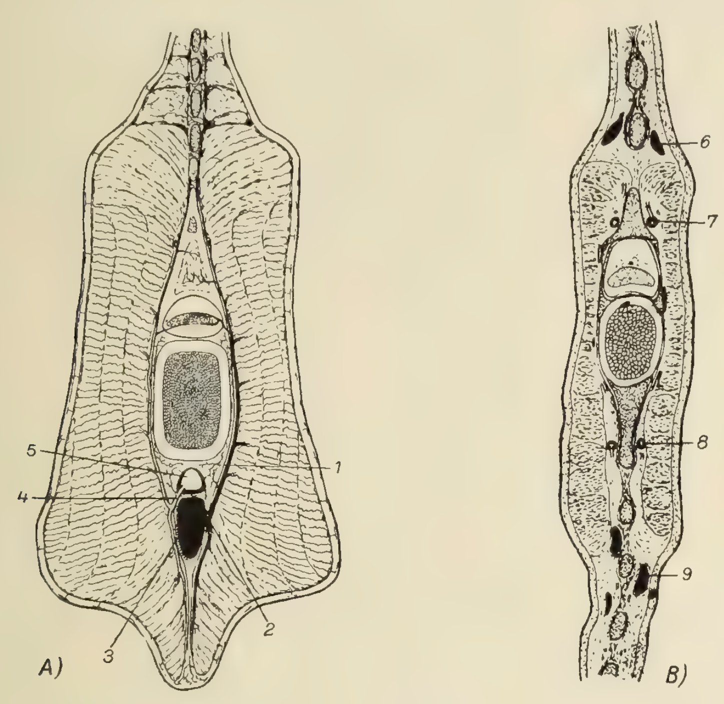
Die hintere Hälfte des ventralen Längsgefäßes ist in 2 Abschnitte geteilt: den in Beziehung zur Leber stehenden vordersten Abschnitt und den seine hinterste Fortsetzung bildenden, an der ventralen Mittellinie längs der ganzen Länge des Mitteldarms verlaufenden, die eigentliche Subintestinalvene, die sich aus der Vereinigung der ursprünglich paarigen Vitellinvene gebildet hat.

Vor der Einmündung des Ductus choledochus ist das Subintestinalgefäß jedoch noch in 2 Teile gespalten, die aber infolge der Drehung des Darmes nicht mehr neben, sondern übereinander auf der rechten Seite verlaufen. Das viel stärkere rechte, am Hinterrand des medialen Leberlappens unter dem linken liegende, mit ihm durch ein vertikales Gefäßstück verbundene Gefäß ist die unmittelbare Fortsetzung der eigentlichen Vena subintestinalis und geht von ihr in die Lebersubstanz, während welches Verlaufes es 4 sich weiter verzweigende, zwischen die Drüsenkanälchen der Leber eindringende Äste abgibt. Es ist vom rechten Ductus Cuvieri getrennt; dagegen ist das linke Gefäß von der Subintestinalvene abgeschnitten, aber frei mit dem linken Ductus Cuvieri in Verbindung. Beide Gefäßstücke stehen miteinander durch das Kapillar-System der Leber in Verbindung. Das rechte Gefäß sowie der hintere Abschnitt des linken bildet die Portalvene, der vordere Abschnitt des linken die Vena hepatica, deren Zweige sehr kurz und wenig zahlreich sind und hauptsächlich als efferente Gefäße der Leber dienen. Der in früheren Stadien durch den vordersten unpaarigen Abschnitt des ventralen Längsgefäßes dargestellte Sinus venosus ist ein geräumiger Schlauch mit aus dem dünnen inneren endothelialen Überzug und der ebenfalls dünnen äußeren peritonealen Bekleidung bestehender dünner Wand. Der Boden dieses Schlauches ist vorgewölbt, so daß er eine scharfe ventrale Ecke bildet. Im Querschnitt bildet er ein gleichseitiges, mit der Spitze nach der ventralen Mittellinie gekehrtes Dreieck. An seine rechte Wand preßt der rechte Leberlappen. Im Vorderteil der ventralen Ecke hängt er durch den letzten Rest des ventralen Mesenteriums mit der ventralen Körperwand zusammen und ist vorn durch eine leichte Einschnürung mit der Vorkammer verbunden.

In die dorsolateralen Ecken des Sinus venosus münden die beiden bereits beschriebenen Ductus Cuvieri, deren linker, hinter der hinteren Vorkammerwand liegender

bei *ganz erwachsenen Larven* völlig verschwindet, so daß das *erwachsene Tier* nach der Metamorphose nur mehr den rechten aufweist. An dem Punkt, wo der Sinus venosus mit dem ventralen Mesenterium in Verbindung steht, öffnet sich die Vena jugularis impar in ihn.

Die nach hinten immer schwächer werdende Subintestinalvene wird gleichfalls von einem endothelialen und einem peritonealen Lager ausgekleidet und liegt an der Mittellinie der ventralen Darmwand, von ihr abgehoben. Ihr Vorderende tritt in die Leber ein.



Figur 424. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Querschnitt **A** durch den vorderen Schwanz-Abschnitt, **B** nächst der Schwanz-Spitze.* (*1*) Plexus periaxialis; (*2*) Vena apicis caudalis; (*3*) Vena caudalis impar; (*4*) Arteria segmentalis; (*5*) Aorta caudalis; (*6*) Vena longitudinalis dorsalis superficialis; (*7*) Arteria longitudinalis dorsalis; (*8*) Arteriae caudales pares; (*9*) Vena longitudinalis ventralis superficialis. (Nach Favaro)

Der hinterste Abschnitt der Subintestinalvene, deren Hauptstamm in jedem Stadium ungefähr ebenso lang wie die Arteria vitello-intestinalis ist, wird bei *jüngeren Larven* durch 2 paarige Stämme gebildet, die rechts und links vom Darm entlangziehen. Bei *älteren Larven* ist auch dieser Teil zu einem unpaarigen Stamm umgewandelt, der in zahlreiche kleine, divergierende, zu den Seitenwänden des Mitteldarms und zum hinteren Darm ziehende Venen übergeht. Die zur hinteren Darmwand ziehenden treten in Verbindung mit den Zweigen der Rekto-Kloakalarterie und den hinteren Zweigen der Arteria vitello-intestinalis.

An jeder Seite nimmt die Subintestinalvene eine Reihe von Quergefäßen, die Intestinalvenen, auf, die dorsalwärts an den Seitenwänden des Darmkanals emporsteigen und sich mit den entsprechenden Arteriengefäßen der Vitello-Intestinalarterie verbinden (sie entsprechen den Mayerschen Quergefäßen *jüngerer Stadien*). Das durch die Vitello-Intestinalarterie und die Rekto-Kloakalarterie gehende Blut wird durch alle diese Verbindungen in die Zweige der Subintestinalvene und von da ins Herz geführt. — Hatta bestreitet das Vorhandensein der von Cori beschriebenen Öffnungen der Leberkapillaren in die Vena jugularis impar.

Die paarigen, an jeder Seite der Rückenaorta entlangziehenden Kardinalvenen gehen nach hinten zu, im Schwanz, in die an der Ventralseite der Kaudalarterien laufende, durch einige Zweige an ihrem hinteren Ende mit ihr verbundene Kaudalvene über und stehen vorn in direkter Verbindung mit

der Mandibularvene beider Seiten. Die Hauptstämme der Kardinalvene bestehen aus einem vorderen Abschnitt — den vorderen Kardinalvenen —, in dem das Blut von vorn nach hinten, und einem hinteren Abschnitt — den hinteren Kardinalvenen —, in dem es von hinten nach vorn fließt. Beide Blutströme vereinigen sich im Ductus Cuvieri, von wo sie sich in den Sinus venosus ergießen. Die parallel miteinander, mit der Rückenaorta und mit der Chorda ziehenden vorderen Kardinalvenen verlaufen in ihrem vorderen Abschnitt hinter der Gehörkapsel dicht an der Seitenwand der Rückenaorta, steigen dann etwas höher als diese, wobei sie gleichzeitig durch loses Bindegewebe von ihr getrennt werden, und gehen darauf, zunächst in enger Berührung mit der Chorda, dann zwischen Chorda und Aorta weiter, um im Gebiet der letzten Kiementasche wieder auf die Höhe der Aorta herabzusteigen und schließlich in großem Bogen in den Ductus Cuvieri einzumünden. Der Querschnitt der mit sehr zarten, vollkommenen Endothelwandungen ausgekleideten vorderen Kardinalvenen ist oval. Die dünne, äußere, mesodermale Schicht des Endothels ist lose und unvollkommen und wird in Bindegewebe eingehüllt. Hinter dem 2ten Kiemenbogen wird die Kardinalvene plötzlich dicker, was aber nach Hatta (entgegen der Ansicht Coris) nicht durch Hinzutreten einer starken Vene, sondern durch genetische Ursachen bedingt ist.

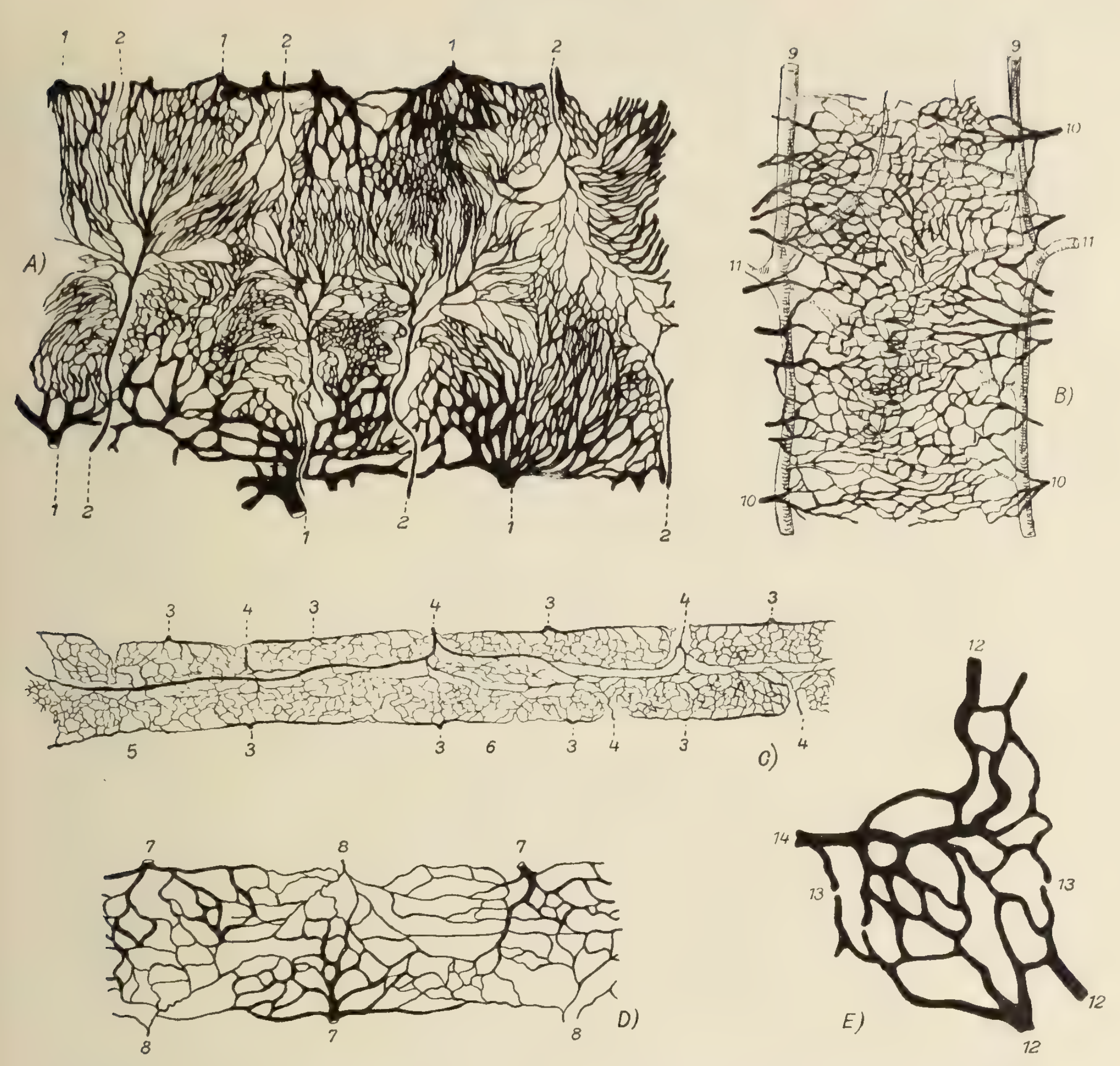
Die vorderen Kardinalvenen enden nach diesem Autor tatsächlich hinter dem 2ten Kiemenbogen; ihre vordere Fortsetzung über diesen Punkt hinaus ist als die hintere Ausdehnung der sekundär mit den Kardinalvenen in Verbindung getretenen Mandibularvenen zu betrachten.

Unter den Kopfvenen unterscheiden wir die Fazialvenen (Venae faciales) und ihre Zweige und die Venae laterales capitis mit ihren Ästen.

Die aus der segmentalen Parietalarterie vor dem Facialisganglion entstandene, später von ihr abgetrennte, die eigentliche Kopfvene bildende Vena facialis entspringt aus der Vena lateralis capitis im Myoseptum zwischen 1tem und 2tem Kopfmuskel, in dem sie ventral verläuft. Im Rückenteil des Velums ist sie in einen medialen, ein kurzes Stück vorwärts verlaufenden, die Verbindung mit dem Gefäßkreislauf des Velums herstellenden Zweig, und einen lateralen, ventral und seitwärts in die ventrale Ecke des 1ten Kopfmuskels ziehenden, dort im rechten Winkel um diese Ecke vorwärtsbiegenden, horizontalen Abschnitt geteilt, der der Fazialvene (nach Cori) entspricht. Von dem ventralen Ende des vertikal verlaufenden Anfangsteiles entspringen 2 Venen, die Velar- und die Mandibular-Vene. Der horizontale Hauptabschnitt der Vene verläuft in seiner ganzen Länge direkt innerhalb der Haut und geht hinter dem Auge genau unter der ventralen Ecke der ventralen Kopfmuskel und in der Schnauze durch das Bündel der Längskonstriktormuskel. In der Schnauze hat er seine hauptsächlichsten zufließenden Zweige, die teils mit der Arteria labialis communis, teils mit Zweigen der Fazialarterie, teils mit solchen der Maxillararterie in Verbindung sind.

Die nicht splanchnische, sondern somatische, sekundär entstandene Velarvene geht von ihrem Ursprung aus der Fazialvene durch das Velum durch und sodann um die dorsale Ecke des Velarsackes herum. Die gleichfalls sekundär mit dem Hinterende der Fazialvene verbundene Mandibularvene bildet ein einfaches Gefäß ohne irgendwelche mit anderen Gefäßen anastomosierenden Kapillaren, dessen ventrales Ende vor der Schilddrüse sekundär mit dem Vorderende der Vena jugularis impar verbunden und dessen dorsales Ende von der Rückenaorta getrennt nach hinten verlängert ist, um sich hinter der Vereinigung der 2ten Kiemenvene mit der Rückenaorta auch mit dem Vorderende der vorderen Kardinalvene in Verbindung zu setzen. — Das Vorhandensein der (von Cori beschriebenen) Vena spiraculi und der von ihr versorgten Vena veli ventralis bestreitet Hatta ebenso wie das der Vena veli dorsalis nach Cori.

Die Venae laterales capitis lassen einen vorderen und einen hinteren Abschnitt erkennen. Der vordere, der vor der Vordergrenze des 2ten Kopfmuskels entspringt, verläuft hinten längs der Ventralkante dieses Muskels und geht, über den vor der Gehirnkapsel liegenden Gehirnganglien und den Augen hinziehend, hinter der Gehirnkapsel in den hinteren Abschnitt über. Dieser, der seine affluenten Zweige hinter dem Auge und dem Vorderende des 3ten Kopfmuskels besitzt, geht eine kurze Strecke rückwärts zwischen dem 3ten Kopfmuskel und dem Hautschädel und senkt sich dann, um sich mit dem vorderen Abschnitt zu verbinden, worauf er nach kurzem, horizontalem Rückwärtsverlauf vor dem 3ten Kiemenbogen innerhalb des vordersten Epibranchialganglions in die vordere Kardinalvene einmündet. Die Vereinigung der beiden Venenabschnitte, die *im späteren Larven-Stadium* vor sich geht, erfolgt durch eine horizontale (Dorsalvene nach Cori) und eine vertikale Brücke (hintere Zerebralvene nach Cori).



Figur 425. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus* Linnaeus: *Gefäßgeflechte und Kapillaren* ***A*** *aus der ventralen Wand des Rückenmarks-Kanals etwa aus der Mitte der Körperlänge,* ***B*** *von der unteren Oberfläche des Rhombencephalon,* ***C*** *von der unteren Oberfläche des Kranialteils des Rückenmarks und dem Hinterende des Myelencephalon;* ***D*** *von der dorsalen Oberfläche des Rückenmarks aus der Hälfte der Körperlänge,* ***E*** *von der Meninx encephalica im Gebiet der Lobi optici.* (*1*) Ventral-Venen der Endorhachis; (*2*) ventrale Endorhachis-Zweige der Arteriae vertebro-medullares; (*3*) ventrale Medullar-Venen; (*4*) ventrale Medullar-Arterien; (*5*) Gebiet des Myelencephalon; (*6*) Gebiet des Rückenmarks; (*7*) dorsale Medullar-Venen; (*8*) dorsale Medullar-Arterien; (*9*) Arteria rhombencephalica; (*10*) Venen, die vom Netz der Meninx herkommen; (*11*) zuführende Zweige von (*9*); (*12*) Venen; (*13*) Unterbrechungen in den Maschen des Kapillarnetzes; (*14*) Arterie. (Nach Sterzi)

Mit der Vena lateralis capitis stehen alle auf der Gehirnoberfläche verteilten Arterien durch Kapillaren in Verbindung, und zwar durch die Hautschädelwand. Von der Arteria dorsalis (ophthalmica) geht die vom Rücken abzweigende Vena cerebri media zur Vena lateralis capitis, von den Zweigen der vorderen Zerebralarterien und der Fazialarterie die vom Vorderende des Gehirns kommende Vena cerebri anterior. Der hintere Abschnitt der Vena lateralis capitis wird durch Zweige gespeist, die vom hinteren Ast der Arteria plicae encephali, sowie von Zweigen der Zerebralarterie versorgt werden.

Der früher erwähnte vertikale Teil der Fazialvene bildet in späteren Stadien einen geräumigen Sinus, durch den alle wesentlichen Kopfvenen miteinander verbunden sind.

Mit den Kopfvenen in enger genetischer Beziehung stehen die ihnen folgenden intermyomerischen, ebenso wie die entsprechend den Parietalarterien angeordneten segmentalen Parietalvenen, die vor den Parietalarterien verlaufen, indem sie fast senkrecht zwischen den Spinalganglien der Hautscheide des Rückenmarks und der Chorda einerseits und den Mittelkanten der 2 folgenden Myocommata andererseits niedersteigen und vor der entsprechenden Parietalarterie mit einer bis zur Dicke der vorderen Kardinalvene erweiterten Öffnung in diese einmünden. In der Höhe des Spinalganglienrückenrandes teilt sich die Vene in die vorderen und hinteren horizontalen Äste, die mit den entsprechenden Zweigen der Parietalarterie in den nächstvorderen und nächsthinteren Segmenten verbunden sind (über die weitere Entwickelung dieser Verbindung zu einem Netzwerk siehe Kiemen, Seite 414). Sie hat keine Kollateralenverbindung mit ihren basalen Teilen. Unter den Öffnungen der Parietalvenen in die Kardinalvene liegen stets die Epibranchialganglien. Die Vene vor dem 5ten Kiemenbogen ist bis auf ihre 2 dorsal und horizontal sich verbindenden affluenten Zweige obliteriert; von diesen steht der vordere mit dem dorsalen Abschnitt der Vena lateralis capitis in Verbindung. Die beiden nächstvorderen Venen sind in Abschnitte der Vena lateralis capitis umgewandelt worden. — Die Entwickelung zeigt (nach Hattas Untersuchungen und Meinung), daß die Kopfvenen der Vena lateralis capitis von den 2 Parietalvenen der postotischen Region dargestellt werden, während die Fazialvenen und ihre Nebenvenen als eigentliche Kopfvenen in direkter genetischer Beziehung zu einer der präotischen Kopfarterien stehen.

Das Venen-System der Vorniere wird bei *jüngeren Larven* jederseits durch eine einfache Venenschlinge dargestellt. Die zuführende Vene (Vena advehens) geht von der vorderen Kardinalvene an der lateralen Seite der Vereinigung des vordersten Vornierenkanälchens mit dem Sammelrohr ab, zieht ventral und rückwärts zwischen der lateralen Peritonealbekleidung und den Windungen der Kanälchen und kommt, diese in der Längsrichtung durchquerend, an ihre mediale Seite, wo sie, dorsalwärts zu den Kanälchen und der medialen Peritonealbekleidung durchgehend, als zurückführende Vene (Vena revehens) wieder zur Kardinalvene zurückkehrt und sich in sie an der lateralen Seite der Vereinigung des 4ten Vornierenkanälchens in das Sammelrohr öffnet. Zwischen diesen 2 Venenöffnungen finden sich bei *älteren Larven* außerdem noch 2 bis 3 Verbindungen der Vornierenvenen mit den Kardinalvenen. Die nicht segmental angeordneten, sondern sehr unregelmäßigen, auch auf beiden Körperseiten nicht miteinander übereinstimmenden Venen bilden ein dichtes, durch die Vornierenkanälchen ausgefülltes kapillares Netzwerk. Einige von ihnen öffnen sich später unmittelbar in den Ductus Cuvieri. *Im Laufe der Entwickelung* werden nach und nach neue hinzugefügt.

Die hinteren Kaudalvenen ziehen vom Ductus Cuvieri bis zu der über der Kloake liegenden Schwanzwurzel und gehen dort, sich zunächst aneinanderlegend, dann die mittlere Scheidewand verlierend, in die unpaarige, medial gelegene Kaudalvene über, die, im Querschnitt halbmondförmig, in ihrer dorsalgelegenen Konkavität die Kaudalarterie aufnimmt und deren oberer Seitenwandteil jederseits von der Muskulatur bedeckt, deren Ventralwand mit den Mesenchym-Zellen in Verbindung ist. Die an der Bildung der Kaudalvenen teilnehmenden Seitenquergefäße sind in die Kapillaren umgewandelt, die sie mit der Kaudalarterie verbinden.

Die hintere Parietalvene öffnet sich mit einer leichten Abwärtsneigung in den Ductus Cuvieri. Bei *älteren Larven* sind die Venen von der Rückenaorta und oft vom Parietalperitoneum durch das Fett und Pigment enthaltende Netzbindegewebe getrennt, in dessen medianer Einbuchtung die segmental angeordneten Geschlechts-Zellen liegen. Die laterale Wand der Kardinalvene wird gleichfalls durch Muskulatur begrenzt. Die segmentalen Parietalvenen behalten im Gebiet der hinteren Kardinalvenen so ziemlich dieselbe Anordnung wie bei den schon beschriebenen jüngeren Stadien; die Regelmäßigkeit ihrer Anordnung schreitet mit der vorwärtsgehenden Entwickelung immer weiter gegen hinten zu, bis sie schließlich die kaudale Spitze der Längsvenen erreicht haben, also auch das Gebiet der Kaudalvene einnehmen.

In der Mittellinie der Ventralseite verläuft die gegenüber den Kardinalvenen viel dünnere, unpaarige Vena jugularis impar (Vena jugularis ventralis nach Cori) vom Vorderende der Schilddrüse, wo sie die mediane, gleichfalls schwache Lingualvene aufnimmt, bis zum Sinus venosus, in den sie in der schon erwähnten Weise einmündet. An ihrer Vereinigungsstelle mit der Lingualvene nimmt sie auch die Mandibularvenen und unmittelbar dahinter das Vorderende der Muskelarterie (Arteria muscularis) jeder Seite auf und läuft dann rückwärts in der von

den 2 lateralen Schilddrüsenlappen gebildeten medianen Ventralkerbe dieser Drüse, an deren Ende sie sich plötzlich bis unter den Truncus arteriosus und über die Fläche der ventralen Längsknorpelspange des Kiemengerüstes hebt, von wo sie, unter dem 5ten Kiemenbogen die Hinterenden der Schilddrüsenvene und der Muskulararterie, vor dem 7ten Kiemenbogen das 7te Paar der Quersuperfizialvenen aufnehmend, horizontal bis zum Anfangsabschnitt der postbranchialen Leibeshöhle zieht. In der Vornierengegend senkt sie sich wieder mehr oder weniger. Während ihres Verlaufes durch dieses Gebiet, in dem sie zahlreiche kleine Venen aus dem Netzbindegewebe aufnimmt, liegt sie direkt unter dem peritonealen Epithel auf dem zusammen mit der Haut die ventrale Körperwand bildenden Netzbindegewebe. Die mit der Lingualarterie im Mesodermgewebe am Mundboden anastomosierende Lingualarterie verläuft rückwärts durch den medianen Mundbodenkiel über den Lingualarterien, senkt sich am Hinterrand der Konstriktormuskeln des Hyoidbogens fast senkrecht, kreuzt die Lingualarterien und geht vor der Schilddrüse in die Vena jugularis impar über.

Die längs der Schilddrüse in deren lateraler Längskerbe verlaufende, am Drüsenvorderrand abwärts in die Vena jugularis impar mündende vordere Schilddrüsenvene ist mit der Schilddrüsenarterie durch 4 kurze Zweige verbunden, von denen der 3te der kräftigste ist. Am vorderen und hinteren Ende ist sie, im rechten Winkel nach unten gebogen, mit der Muskelarterie in Verbindung, die gleichfalls längs jeder Seite der Schilddrüse verläuft, mit einigen Quersuperfizialvenen in Verbindung ist und hinten in die Vena jugularis impar übergeht. Bei *älteren Larven* liegt dieser Übergang hinter dem Ende der Schilddrüse, so daß eine Strecke weit 3 parallele Längsgefäße sichtbar sind, von denen die beiden lateralen die letzten Abschnitte der Muskelarterien beider Seiten darstellen, während die mittlere die Vena jugularis impar ist. Dieser hintere Abschnitt der Muskelarterie wird (nach Hatta) durch Längsspaltung der eben genannten Vene gebildet. Schließlich sind bei Erreichung des endgültigen Zustandes die Muskelarterien in ihrer ganzen Kiemenausdehnung frei von der Vena jugularis impar und mit dieser nur vorn und hinten in Verbindung.

Die in den somatischen Teilen der Kiemen-Region in das den Raum zwischen Konstriktormuskeln und Haut ausfüllende Bindegewebs-Lager eingebetteten Superfizialvenen bestehen aus einer dorsalen und einer ventralen Längsvene und einer Anzahl von streng segmental angeordneten, sich gewöhnlich rechtwinkelig mit den Längsvenen kreuzenden und mit ihnen verbundenen Quervenen, die in Beziehung zu den vorderen Kardinalvenen, zur Vena jugularis impar und den Muskelarterien stehen. Die dorsale, in lockerem Bindegewebe zwischen Haut, Muskel und Darm-Epithel der Kiemen fast geradlinig auf der Ebene zwischen Ventralkante der Muskeln und dorsalem Seitenwinkel des Kiemenknorpelbogens verlaufende Längssuperfizialvene geht an ihrem Vorderende in die vorderste, hinten in die letzte Vene der Querserie über. Über dem dorsalen Lateralwinkel jeder Kiemenknorpelspange ist sie zwischen diesen beiden Enden mit der 2ten bis 7ten Quersuperfizialvene verbunden. Die mit der dorsalen in Bau und Beziehung zu anderen Teilen sehr übereinstimmende ventrale Längssuperfizialvene liegt auf der Ebene zwischen dem ventralen Seitenwinkel der Kiemenknorpelspange und den dorsalen Kanten der Hypobranchialmuskel. Mit den Quersuperfizialvenen verbindet sie sich unter dem ventralen Seitenwinkel der Kiemenknorpelspangen. Hinten sind beide Gefäße, die dort sehr schwach sind, manchmal obliteriert. Die bei *Lampetra reissneri* (Dybowski) in der Zahl von 8 vorhandenen Quersuperfizialvenen entsprechen in ihrer Zahl derjenigen der Branchiomeren, in denen sie verlaufen. Jede von ihnen läßt einen an jeder Seite mit der Seitenwand der vorderen Kardinalvene verbundenen, quer und horizontal im spitzen Winkel mit dem Dorsalabschnitt der Kiemenknorpelspange verlaufenden, vorn, hinten und oben von Bindegewebe umgebenen dorsalen Abschnitt, einen durch den Kiemenbogen zwischen Darm-Epithel der Kiemenhöhle und den Bündeln des Musculus constrictor vertikal abwärtsziehenden Abschnitt und einen wieder horizontal- und quergehenden Abschnitt erkennen, der vor dem ventralen Abschnitt der Knorpelspangen mit der Muskelarterie in Verbindung ist. Die Venen der 1ten und letzten Bogen weichen etwas von dieser Gestalt der mittleren Venen ab. — Nach Hattas Ansicht sind die Muskelarterien, sowie die Schilddrüsenvenen Abkömmlinge der Vena jugularis impar und geben ihrerseits jedenfalls die Anlagen der vorderen Quersuperfizialvenen ab. — Die von Hatta als 1te und 2te bezeichneten Parietalvenen werden von Cori als 2te und 3te betrachtet.

Venensinusse der Petromyzoniden

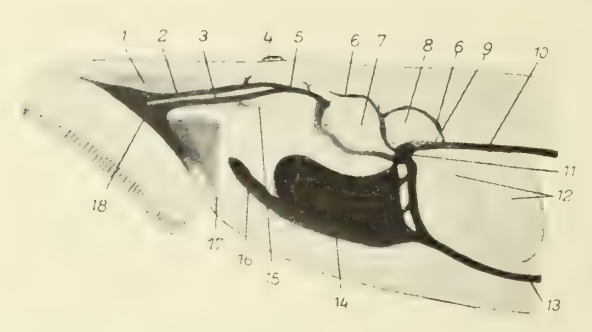
Neben Arterien und Venen haben auch *die Petromyzoniden* ein System von sinusartigen Gefäßspalten und Räumen, die im Kopf besonders auf-

fallend und zum Teil sehr groß sind. Sie werden von einem zarten Endothel mit einer feinen, unter ihm liegenden, bindegewebigen Lamelle begrenzt und sind an bestimmten Stellen miteinander, überdies aber auch mit den Venen durch feine Kanälchen in Verbindung. Ihr Blut erhalten sie aus den Kapillarnetzen der einzelnen Arterien.

Unter der Haut (in der Hautfettschicht) verzweigen sich die Arterien in ein nur teilweise den Kapillaren ähnliches, meist das Aussehen von wechselnd großen Sinussen bietendes Gefäß-System, das sich an der proximalen Grenze der Unterhautgewebe zu weiten, ein tiefes Netz in der Haut bildenden Venensinussen sammelt. Ein ähnliches Netz liegt im Bindegewebe der Mundhöhlenschleimhaut. Im Vorderende des Kopfes schließt das System der intermuskulären Spalten und das Gefäßnetz der Haut mit dem hauptsächlich dem Musculus annularis in seinem Verlauf folgenden, an seinem Hinterrand sehr kompliziert begrenzten Ringsinus (Sinus annularis labialis nach Tretjakoff), der in 1 supralabialen, 1 sublabialen und 2 laterale Abschnitte geteilt werden kann. Von diesen ist der supralabiale der größte. Er bedeckt als unpaarige, dorsal zwischen Deckknorpel und Unterhautgewebe liegende Spalte die dorsale Ringmuskelseite, setzt sich über den Dorsalrand jedes Ringknorpels auf den vorderen und hinteren trabekularen Deckknorpel fort und endet kaudal, in 3 Abteilungen geteilt, fast vor dem Nasengang. Die Grenzen der supralabialen und der lateralen Sinusteile sind nur vorn mehr oder weniger bestimmt; im kaudalen Teil verbinden sich diese Abschnitte miteinander durch eine weite Öffnung. Der sublabiale Sinusteil bedeckt die kaudale Ringmuskelseite und setzt sich kaudalwärts bis zum Hinterrand der Hautfalte fort, wo er sich mit dem unter der Haut liegenden Gefäßnetz verbindet. Dorsal reicht er bis zum Dorsalrand der unteren Ringknorpelhälfte. Seine lateroventralen Abteilungen, in denen die Sehnen des Musculus annuloglossus und der ventralen Portion der Parietalmuskulatur verlaufen, sind sehr geräumig. Mit dem labialen Ringsinus verbindet sich in der ventralen Hälfte der Mundhöhle, wo auch einige Gefäße sinusartiges Aussehen besitzen (Figur 426), der kleinere, den Ringmuskel vom Ringknorpel trennende, dem Verlauf dieses Knorpels folgende Sinus interannularis, der auch mit dem Gefäßnetz der Mundhöhlenschleimhaut in Verbindung ist. Der laterale Teil des labialen Sinus ist die Ursprungsstelle der Venae labiales, die (nach Tretjakoff) als Vena labialis superior und inferior zu bezeichnen sind.



Figur 426. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die untere Hälfte des Musculus mandibularis posterior,* injiziert. (*1*) Arterien; (*2*) arterielle Kapillaren; (*3*) venöse Sinusoide (Kapillaren). (Nach Tretjakoff)

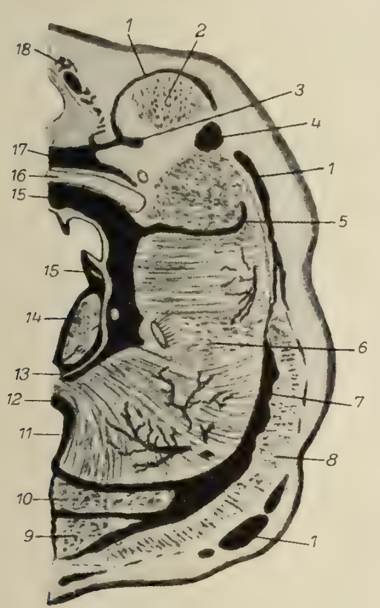


Figur 427. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *die oberflächlichen Venen-Sinusse des Kopfes.* Rekonstruktion nach Injektionspräparaten. (*1*) supralabialer Teil des Sinus annularis; (*2*) Vena labialis superior; (*3*) Vena labialis inferior; (*4*) Nasen-Gang mit Nasen-Kapsel; (*5*) Vena facialis; (*6*) Vena jugularis superficialis; (*7*) Umriß des Auges; (*8*) Ohr-Kapsel; (*9*) Vena jugularis profunda; (*10*) Vena cardinalis anterior; (*11*) Sinus infracapsularis; (*12*) Branchialsack; (*13*) Vena jugularis inferior; (*14*) Sinus basilaris; (*15*) Sinus submarginalis; (*16*) Sinus intermuscularis; (*17*) sublabialer, (*18*) lateraler Teil des Sinus annularis. (Nach Tretjakoff)

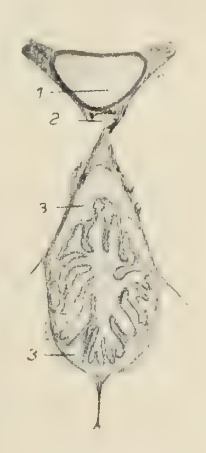
Vom lateralen Teil des labialen Ringsinus entspringt außerdem noch der spaltförmige, von seiner medialen Wand abzweigende, zum Rand des Ringknorpels gehende und sich bis zum unteren Rand des vorderen Deckknorpels fortsetzende Sinus sub-

marginalis, der vom lateralen Ringsinusteil durch eine Fett-Zellen enthaltende Bindegewebsplatte abgetrennt wird. Gegen hinten reicht der Sinus submarginalis bis zur Mitte des Musculus tectospinosus anterior (spinoso-semiannularis anterior). Alle Teile des Ringsinus verbinden sich mit den Gefäßen des im Unterhautgewebe neben ihm gelegenen Netzes.

Hinter dem supralabialen Teil des labialen Ringsinus beginnt der Sinus nasalis (Sinus subethmoidalis nach Možejko), der sich unter und neben dem Nasengang und über der Nasenkapsel verbreitet und dessen zwischen dem Boden des Geruchs-Organs und dem hinteren trabekularen Deckknorpel liegender subethmoidaler Teil durch feine Kanälchen mit dem hinteren Teil des Supralabialteils des labialen Ringknorpels verbunden ist. Der Sinus nasalis setzt sich unter und zu beiden Seiten des Nasen-Gaumenganges rückwärts fort und entsendet unter dem Geruchs-Organ beiderseits einen dorsalen und einen ventralen seitlichen Fortsatz; der dorsale steigt vor der Nasenkapselwand aufwärts und sendet auf der Höhe der vorderen Nasenwandöffnung ein anderes Gefäß in das Innere des Geruchs-Organs, das sich in der Kapsel in die sinusartigen, in jede Falte des Geruchs-Organs eintretenden und unterhalb des Riech-Epithels ein dichtes Netz bildenden Gefäße teilt. In diesem Netz ist das Gefäß am Rand der Falte am stärksten. Am Austritt des Sammelgefäßes aus der Kapsel hat es eine doppelte Klappe, die nur einen Abfluß des Blutes aus dem Riech-Organ gestattet. Im Sinus der Riechfalten sind nur sehr wenige Blutkörperchen, in den die Follikel der Anhangsdrüsen umgebenden sinusartigen Räumen dagegen sehr viele.



Figur 428.



Figur 429.

Figur 428. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt des injizierten Kopfes im Gebiet des Geruchs-Organs.* (*1*) Haut-Sinus; (*2*) dorsaler Teil der Parietal-Muskulatur; (*3*) Verbindungsast des Sinus nasalis zur Vena facialis; (*4*) Vena facialis; (*5*) Sinus interbasilaris; (*6*) Musculus basilaris; (*7*) Sinus basilaris; (*8*) ventraler Teil der Parietal-Muskulatur; (*9*) Musculus copuloglossus rectus; (*10*) Musculus annuloglossus; (*11*) Stempelknorpel; (*12*) Sinus lingualis; (*13*) Sehne des Musculus longitudinalis linguae (cardio-apicalis); (*14*) Musculus hyomandibulariglossus (mandibulari-apicalis); (*15*) Sinus pharyngeus; (*16*) hinterer Deckknorpel; (*17*) Sinus nasalis; (*18*) extrakapsulärer Teil des Sinus nasalis. (Nach Tretjakoff)

Figur 429. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Querschnitt durch die Aorta dorsalis und den Schlund in der Höhe der 3ten inneren Kiemen-Öffnung.* (*1*) Aorta dorsalis; (*2*) subarterieller Sinus, links in Verbindung mit dem Schlund-Sinus; (*3*) Sinusse in der Wand des Schlundes. (Nach Tretjakoff)

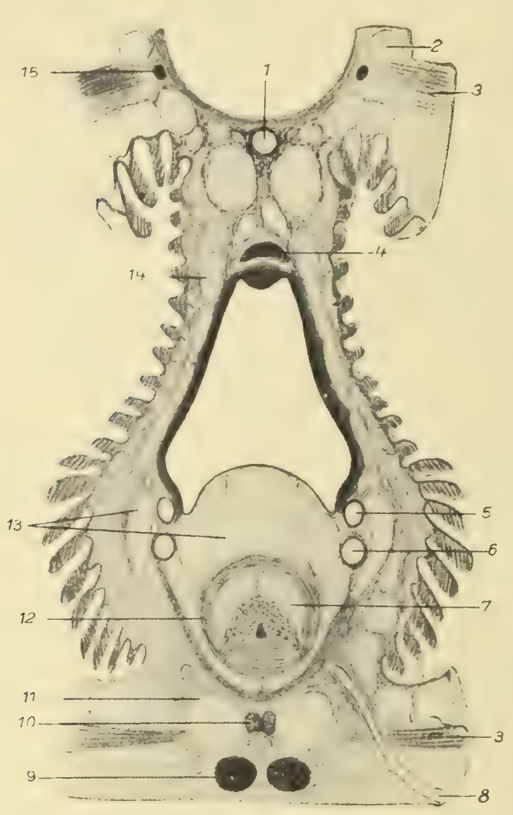
Am vorderen Riechfaltenrand fließen alle Sinusse jeder Falte zusammen und münden in einen größeren Raum, die Cisterna ethmoidalis, die sich mit dem Ast des Fortsatzes des Sinus nasalis verbindet. Beiderseits lateral vor dem Nasengang, unmittelbar hinter der Vorderwand der Kapsel, liegt der rechte und der linke ethmoidale intrakapsuläre Sinusraum, von dem ein Gefäß entspringt, das die bindegewebige Kapsel durchbohrt und dessen seitlicher Rand bis etwas über den Rand der Knorpelwand der Nasenkapsel reicht.

Der Dorsalteil des Nasensinus zerfällt in einen sich mit dem Supranasalteil des gleichen Sinus verbindenden Gefäßknäuel. Durch einen anderen Fortsatz ist der Subethmoidalteil des Nasenganges seitlich mit der Vena facialis in Verbindung.

Dem dorsorostralen Gebiet der Orbitalwand liegt die von der Vena ethmoidalis nach ihrer Verbindung mit der Vena facialis gebildete große Cisterna praeorbitalis auf, die im Querschnitt 3-eckig mit abwärtsgerichteter Spitze ist.

Zu den tiefen Kopfsinussen gehört der Sinus pharyngeus (Sinus peripharyngeus nach Možejko und Robin), der aus den die Schlundmuskel von der Pharynx-

schleimhaut und die einzelnen Muskeln voneinander trennenden Spalten besteht. Eine Spalte, die unterhalb des Deckknorpels liegt, sich zwischen dem Musculus basilaris und Musculus pharyngeus fortsetzt und in 1 dorsalen, 2 laterale und 1 ventralen Teil geschieden werden kann. Vorn bildet der Pharyngealsinus beiderseits einen bis zur Orbitalwand gelangenden Vorsprung. An der Übergangsstelle des dorsalen in den lateralen Teil des Sinus entspringt eine tiefe, in den Musculus basilaris eindringende Spalte: der Sinus interbasilaris.



Figur 430. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zentralteil des Querschnittes durch die Kiemen-Region des Querders (Ammocoetes) im Übergangs-Stadium in der Gegend des 3ten Kiemen-Sackes.* (*1*) Aorta dorsalis; (*2*) Vena cardinalis anterior; (*3*) Musculus constrictor branchialis externus; (*4*) Schlund-Anlage; (*5*) Aorta parabranchialis; (*6*) Terminalast des Truncus; (*7*) Sinus cardioapicalis; (*8*) Vena hypobranchialis; (*9*) ventrale Kommissur der Kiemen-Bogen; (*10*) Thyreoidea; (*11*) Vena thyreoidea; (*12*) Musculus mandibularis posterior; (*13*) Venengeflecht, aus dem sich der Stempel- und der periarterielle Sinus bildet; (*14*) Venengeflecht, aus dem sich der Schlund-Sinus bildet; (*15*) dorsale Kommissur der Kiemen-Bogen. (Nach Tretjakoff)

In der ventralen Hälfte des Schlundes liegt ein großer subepithelialer Sinusraum, in dem der Musculus mandibulari-glossus und Musculus tectomandibularis verläuft. Die rechte und linke Hälfte des Innenteils des Sinus pharyngeus verbinden sich miteinander ventral über der Sehne des Musculus longitudinalis linguae. Die Hälften der äußeren Teile sind durch diese Sehne getrennt und aus dem inneren Teil geht dorsal ein kleines Kanälchen an der Unterseite des Musculus pharyngeus posterior zu dem genau über diesem Muskel entspringenden paarigen Sinus pharyngeus posterior, der quer im Kopf liegt und sich lateral an der Einmündung der Vena facialis mit dem unter der Gehörkapsel liegenden Sinus infracapsularis verbindet, in den die Vena jugularis inferior einmündet.

Ebenso umfangreich wie der mit zahlreichen venösen Bahnen des Körpers verbundene Sinus pharyngeus posterior ist der in seinem Verlauf genau dem Musculus basilaris entsprechende, dessen äußere Oberfläche bedeckende und sich auf seine vordere und hintere Seite fortsetzende Sinus basilaris (Sinus infrapharyngeus nach Možejko). In seinem Gebiet liegen kleinere Kopfmuskeln, die ihn in einzelne, in der Medianebene verbundene Fächer spalten. Er ist außerdem durch Kanäle mit dem den großen Stempelknorpel umfassenden Sinus und mit dem Hautnetz in Verbindung. Dorsal breitet er sich fast bis zum unteren Augenhöhlenrand, rostral wird durch den Musculus semiannularis posterior der zwischen dem Musculus tecto-spinosus anterior und posterior liegende Sinus intermuscularis von ihm abgetrennt. Seinen größten Umfang hat der Sinus basilaris in seinem hinteren Abschnitt, wo er sich durch kurze Kanäle mit dem muskulären Gefäß-System des Kiemengebietes, mit der Vena jugularis inferior und dem Sinus infracapsularis verbindet. In diesen mündet außerdem der Sinus pharyngeus posterior und die Vena jugularis superficialis. Hinten setzt er sich in die Vena jugularis profunda fort. Hinter dem Auge verwandelt sich die Vena facialis in einen Sinus, die mit dem Sinus infracapsularis verbundene Cisterna postorbitalis, von deren dorsalem Ende ein laterales, von der Ohrblase in das Verbindungsgebiet des 1ten Kiemenbogens mit der Chorda ziehendes Gefäß entspringt. Dort mündet die Vena jugularis superficialis, die vor dem 1ten Neuralbogen der Wirbelsäule aus dem Sinus endoneuralis hervortritt.

Zwischen Blattarterien und Blattvenen, also afferenten und efferenten Gefäßen der Kiemenblätter, sind keine Kapillaren mit Endothel

FÜNFTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Solenogastres – Mollusca – Echinoderma

1. Lieferung: Bogen 1— 6 (S. 1— 96). 1925. Subskriptionspreis Rm. 10.—
2. Lieferung: Bogen 7—11 (S. 97—176). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.40
3. Lieferung: Bogen 12—16 (S. 177—256). 1926. Subskriptionspreis Rm. 8.—

FÜNFTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Tunicata

1. Lieferung: Bogen 1— 6 (S. 1— 96). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 7—12 (S. 97—192). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Acrania (Cephalochorda) – Cyclostoma – Ichthya

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1929. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 8—13 (S. 113—208). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 14—21 (S. 209—336). 1933. Subskriptionspreis Rm. 16.—
4. Lieferung: Bogen 22—28 (S. 337—448). 1934. Subskriptionspreis Rm. 14.—

SECHSTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Amphibia

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1930. Subskriptionspreis Rm. 15.—
2. Lieferung: Bogen 8—13 (S. 113—208). 1931. Subskriptionspreis Rm. 13.—

SIEBENTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Sauropsida: Allgemeines – Reptilia

1. Lieferung: Teil (2) Bogen 1— 8 (S. 1—128). 1931. Subskription Rm. 16.—
2. Lieferung: Teil (2) Bogen 9—14 (S. 129—224). 1932. Subskription Rm. 12.—

SIEBENTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Sauropsida: Aves

1. Lieferung: Bogen 1— 7 (S. 1—112). 1927. Subskriptionspreis Rm. 12.—
2. Lieferung: Bogen 8—14 (S. 113—224). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
3. Lieferung: Bogen 15—21 (S. 225—336). 1928. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Bogen 22—27 (S. 337—432). 1928. Subskriptionspreis Rm. 10.—
5. Lieferung: Bogen 28—34 (S. 433—544). 1929. Subskriptionspreis Rm. 12.—
6. Lieferung: Bogen 35—41 (S. 545—656). 1931. Subskriptionspreis Rm. 14.—
7. Lieferung: Bogen 42—48 (S. 657—768). 1933. Subskriptionspreis Rm. 14.—

Metzger & Wittig, Leipzig

ZWEITER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Vermes Polymera – Echiurida – Sipunculida – Priapulida

Diese Zweite Hälfte wird gebildet von den bisher erschienenen Lieferungen 2, 12, 13, 14, 15, 17 und der noch folgenden 18ten.

Sie enthält die folgenden Beiträge:

Allgemeine Einleitung zur Naturgeschichte der Vermes Polymera — erschienen als Teil (6) Seite 1 bis 32 (in Lieferung 12). *Abgeschlossen.*

Archiannelida und Polychaeta — erschienen als Teil (7) Seite 1 bis 64 (in Lieferung 12) und Seite 65 bis 212 (in Lieferung 13). *Abgeschlossen.*

Oligochaeta — erschienen als Teil (8) Seite 1 bis 112 (in Lieferung 2) und Seite 113 bis 118 (in Lieferung 15).

Hirudinea — erschienen als Teil (8) Seite 119 bis 240 (in Lieferung 15) und Seite 241 bis 352 (in Lieferung 17). *Abgeschlossen.*

Priapulida, Sipunculida, Echiurida — erschienen als Teil (9) Seite 1 bis 160 (in Lieferung 14). *Bis auf einige Seiten Literatur-Verzeichnis abgeschlossen.*

Register für beide Hälften des Bandes (in der letzten, also der 18. Lieferung). *Noch nicht erschienen.*

DRITTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Tardigrada – Pentastomida – Myzostomida Arthropoda: Allgemeines – Crustacea

1927. Quart. Mit 1172 Abbildungen. XVI, 1156 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 127.—, in Halbleder geb. Rm. 137.—

DRITTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Chelicerata – Pantopoda – Onychophora – Vermes Oligomera

1. Lieferung: Teil (3) Bogen 1–10 (S. 1–160). 1931. Subskriptionspreis Rm. 20.—
2. Lieferung: Teil (8) Bogen 1– 2 (S. 1– 32). 1932.
Teil (9) Bogen 1– 3 (S. 1– 48). 1932. Subskriptionspreis Rm. 10.—
3. Lieferung: Teil (1) Bogen 1– 2 (S. 1– 32). 1932.
Teil (4) Bogen 1– 4 (S. 1– 64). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung: Teil (2) Bogen 1– 6 (S. 1– 96). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
5. Lieferung: Teil (2) Bogen 7–12 (S. 97–192). 1932. Subskriptionspreis Rm. 12.—
6. Lieferung: Teil (4) Bogen 5– 9 (S. 65–138) und
Teil (5) (S. 1– 6). 1933. Subskriptionspreis Rm. 10.—
7. Lieferung: Teil (2) Bogen 13–18 (S. 193–288). 1933. Subskriptionspreis Rm. 12.—

VIERTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Progoneata – Chilopoda – Insecta 1

1930. Quart. Mit 945 Figuren. XVI, 892 Seiten.
Geheftet Rm. 96.—, in Halbleder gebunden Rm. 105.—

VIERTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Insecta 2

1. Lieferung: Bogen 57—65 (S. 893—1036). 1933. Subskriptionspreis Rm. 18.—

HANDBUCH DER ZOOLOGIE

EINE NATURGESCHICHTE DER STÄMME DES TIERREICHES

GEGRÜNDET VON

DR. WILLY KÜKENTHAL

GEHEIMEM REGIERUNGSRAT
WEILAND O. Ö. PROF. AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

UNTER MITARBEIT
ZAHLREICHER FACHGELEHRTEN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THILO KRUMBACH

SECHSTER BAND · ERSTE HÄLFTE

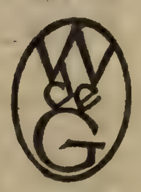
Acrania (Cephalochorda) — Cyclostoma Ichthya

Bearbeitet von

Regierungsrat Dr. Victor Pietschmann in Wien

FÜNFTE LIEFERUNG
(Bogen 29 bis 35)

Ausgegeben am 4. Juli 1935



BERLIN UND LEIPZIG 1935
WALTER DE GRUYTER & CO.
VORMALS G. J. GÖSCHENSCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

Bisher sind erschienen:

ERSTER BAND

Protozoa – Porifera – Coelenterata – Mesozoa

1925. Quart. Mit 868 Figuren. XIV, 1060 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 65.—, in Halbleder gebunden Rm. 75.—

ZWEITER BAND · ERSTE HÄLFTE

Vermes Amera:

Plathelminthes: Turbellaria · Trematoda · Cestoidea · Nemertini.

Nemathelminthes: Rotatoria · Gastrotricha · Kinorhyncha · Nematodes · Nematomorpha · Acanthocephala

Kamptozoa (Bryozoa entoprocta).

1933. Quart. Mit 1417 Figuren. XIII, 1392 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 159.—, in Halbleder gebunden Rm. 169.—

ZWEITER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Vermes Polymera:

Archiannelida · Polychaeta · Clitellata

Priapulida – Sipunculida – Echiurida

1934. Quart. Mit 806 Figuren. XX, 874 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 109.—, in Halbleder gebunden Rm. 119.—

DRITTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Tardigrada – Pentastomida – Myzostomida
Arthropoda: Allgemeines – Crustacea

1927. Quart. Mit 1172 Abbildungen. XVI, 1156 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 127.—, in Halbleder geb. Rm. 137.—

DRITTER BAND · ZWEITE HÄLFTE

Chelicerata – Pantopoda – Onychophora – Vermes Oligomera

1. Lieferung:	Teil (3)	Bogen 1–10	(S. 1–160).	1931.	Subskriptionspreis Rm. 20.—
2. Lieferung:	Teil (8)	Bogen 1– 2	(S. 1– 32).	1932.	
	Teil (9)	Bogen 1– 3	(S. 1– 48).	1932.	Subskriptionspreis Rm. 10.—
3. Lieferung:	Teil (1)	Bogen 1– 2	(S. 1– 32).	1932.	
	Teil (4)	Bogen 1– 4	(S. 1– 64).	1932.	Subskriptionspreis Rm. 12.—
4. Lieferung:	Teil (2)	Bogen 1– 6	(S. 1– 96).	1932.	Subskriptionspreis Rm. 12.—
5. Lieferung:	Teil (2)	Bogen 7–12	(S. 97–192).	1932.	Subskriptionspreis Rm. 12.—
6. Lieferung:	Teil (4)	Bogen 5– 9	(S. 65–138) und		
	Teil (5)		(S. 1– 6).	1933.	Subskriptionspreis Rm. 10.—
7. Lieferung:	Teil (2)	Bogen 13–18	(S. 193–288).	1933.	Subskriptionspreis Rm. 12.—
8. Lieferung:	Teil (1)	Bogen 3– 6	(S. 33– 96).	1935.	Subskriptionspreis Rm. 8.—

VIERTER BAND · ERSTE HÄLFTE

Progoneata – Chilopoda – Insecta 1

1930. Quart. Mit 945 Figuren. XVI, 892 Seiten.
Subskriptionspreis geheftet Rm. 96.—, in Halbleder gebunden Rm. 105.—

eingeschaltet, sondern kleine, offene Bluträume, also ein Lakunen-System. Den Blattarterien und Blattvenen fehlt eine Muskelschicht. Dagegen findet sich in der Wand des Truncus, seiner terminalen Äste und aller seiner Verzweigungen eine deutliche, hauptsächlich aus zirkulär verlaufenden, glatten, ziemlich dicke kollagene Faserbündel zwischen sich einschließenden Muskelfasern zusammengesetzte Muskelschicht; sie ist vom Endothel durch eine kollagene Lamelle getrennt, deren äußere Wand von einer fibrösen Lamelle bedeckt wird. In den Wurzeln und Kiemenvenen ist die Muscularis vom inneren Endothel durch eine sehr feine elastische Membran abgegrenzt.

Die von Julin bei *Ammocoetes* festgestellte, das Blut von der 1ten und 2ten Kiemenvene direkt zum Kopf leitende Arterie wird von Tretjakoff Arteria parabranchialis genannt. In den Muskeln des Kopfes findet sich nach Tretjakoffs Beobachtungen ein weitmaschiges Kapillarnetz, das mit venösen Sinussen (venösen Kapillaren) in Verbindung steht. Das gleiche gilt von den Muskeln des Kiemengebietes. In den Fettschichten zwischen den Muskeln findet sich kein echtes Kapillarnetz, desgleichen nicht innerhalb der Parietal- und Hypobranchialmuskulatur, an deren Stelle Sinusse treten.

Der Sinus pharyngeus posterior und der Sinus infracapsularis stellen die Verbindung der prootischen Sinusse mit denen des Kiemengebietes her, von denen die Schlundsinusse, Sinus jugulares posteriores, die wichtigsten sind. Sie werden durch den Vorderteil der Vena jugularis mit dem Sinus infracapsularis verbunden. Durch die 7 kleinen Kanälchen kommuniziert auch die Kardinalvene mit ihnen. Zwischen je 2 aufeinanderfolgenden Kiemen stehen die Schlundsinusse der beiden Seiten, deren hintere Endstücke blind endigen und nicht miteinander verbunden sind, durch transversale, unter der Aorta verlaufende Kanäle miteinander in Verbindung. Hinter dem 1ten Transversalkanal ist der ventrale Schlundsinusteil weiter mit den um den Truncus arteriosus liegenden, eine Abteilung des Sinus jugularis anterior bildenden periarteriellen Sinussen verbunden. Der ventral von einer bindegewebigen Platte begrenzte periarterielle Sinus wird durch 2 vertikale Platten in 2 laterale und 1 mittleren Abschnitt geschieden; vom Bulbus wird der Schlundsinus durch das Perikard getrennt. Mit der Vena cardinalis anterior sind die Schlundsinusse durch weite Fortsätze verbunden, die sich in geräumigen Öffnungen in sie auftun.

Unter der Aorta liegt der kleine Sinus aortalis. Kaudal von den chordalen (dorsalen) Bindestücken der letzten knorpeligen Kiemenbogen verbinden sich die Schlundsinusse mit dem Netz der sinusartigen Gefäße, die in der Schlundwand des Kiemengebietes in reicher Menge vorhanden sind. Sie treten in die basalen Teile der Schleimhautfalten ein, ohne bis zum inneren Faltenrand zu gelangen. Die tiefen Venensinusse des Kiemengebietes bilden also ein ziemlich einheitliches, den Schlund und die Stempelmuskulatur umgebendes, nur sehr unvollkommen in eine vielfach miteinander kommunizierende linke und rechte Hälfte geteiltes System, das vorn mit den Kopfsinussen, hinten mit der Vena cardinalis anterior, dem Sinusnetz des Schlundes und des Bulbus aortae und mit dem Sinus cardioapicalis hinter dem Ende des Musculus mandibularis posterior in Verbindung ist.

Zwischen dem Musculus constrictor branchialis externus und internus liegt der von den Kiemenarterien und Kiemenvenen durchsetzte Peribranchialraum, der Blut mit wenigen Blutkörperchen enthält. Mit dem Kiemengebiet ist außerdem noch der geräumige, zwischen dem 1ten Kiemensack und dem Musculus basilaris gelegene, in seinem proximalen Abschnitt spaltförmige, distalwärts bis zum mittleren Gebiet des 1ten knorpeligen Kiemenbogens sich verbreiternde, präbranchiale Sinus praebranchialis verbunden, der mit den kleinen, die äußere Kiemenöffnung netzförmig umgebenden, sinusartigen Gefäßen und durch schmale Gänge mit dem Sinus basilaris kommuniziert. Dorsal von der äußeren Kiemenöffnung entspringt von ihm die 1te Epibranchialvene. Die in der Umgebung des äußeren Kiemensackes vorhandenen Verbindungskanäle bringen das Blut aus dem Präbranchialsinus in den peribranchialen Raum.

An der ventralen Seite der Kiemendecke liegen beiderseits die hypobranchialen Sinusse und Venen. Die Sinusse beider Seiten sind miteinander im Mediangebiet unter dem ventralen Knorpelstab des Kiemengitters durch ein hypobranchiales, auch in den vorderen Kopfteil fortgesetztes, mit der unteren Jugularvene kommunizierendes Sinusnetz verbunden.

Die peribranchialen Räume sind echte, mit den übrigen Sinussen verbundene und an der allgemeinen Blutzirkulation teilnehmende Venensinusse. Sie ermöglichen die freiere Bewegung der von ihnen umspülten äußeren Kiemen-

muskeln. Auch der allseits abgeschlossene, nur durch 2 parallele Gänge mit dem Perikardialraum in Verbindung gesetzte Postperikardialraum ist (nach Tretjakoff) als blutführender Raum im Sinne der Venensinusse anzusehen. Er enthält sehr wenig Blut-Zellen.

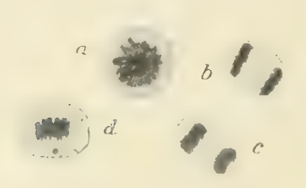
Aus dem Sinus-System des Kiemengebietes fließt das Blut in die Hauptvenen dieses Gebietes, die Vena cardinalis anterior und Vena jugularis inferior.

Bei *der Ammocoetes-Larve* finden sich von diesen Sinussen der Sinus infracapsularis, der dort sogar größer ist als beim *erwachsenen Tier* und ganz unmittelbar neben dem Knorpel der Ohrkapsel liegt, weiter die epibranchialen und präbranchialen Sinusse, während die peribranchialen Sinusse noch vollständig fehlen. Ferner sind die hypobranchialen Sinusse schon teilweise ausgebildet. Auch in der Ventralwand des Schlundes finden sich Sinusse neben dem kranialen Ende der Thyreoidea.

Im Stadium der Metamorphose gleichen sich die Verhältnisse der *larvalen* Venensinusse denen *des erwachsenen Tieres* an.

Venöse Kaudalsinusse oder Kaudalherzen fehlen bei den *Petromyzoniden.*

Die Petromyzoniden haben kein eigentliches Lymphsystem nach den Untersuchungen von Tretjakoff (bezüglich der Orbitalsinusse siehe Auge, Seite 343).



Figur 431. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): **a** rotes Blut-Börperchen in Mitose, **b** und **c** Leukozyten in Mitose, **d** rotes Blut-Körperchen aus einem weiten Kiemen-Gefäß, sich durch Mitose teilend. (Nach Ascoli)

Das Blut der Petromyzoniden enthält rote Blutkörperchen (Erythrozyten), die unregelmäßig kugelige Zellen mit gleichfalls kugelig gestaltetem Kern darstellen; ferner weiße Blutkörperchen, unter denen die etwa gleichgroßen Lymphozyten, die durch den besonders großen, nur von schmalem Plasmasaum umgebenen Kern kenntlich sind, nur vereinzelt auftreten, während die kleineren Leukozyten, die gewöhnlich einen gelappten, nieren-, hantel- oder ringförmigen Kern aufweisen und von zahlreichen allerfeinsten Körnchen erfüllt werden, in Gruppen zu finden sind.

Blutbildung der Petromyzoniden

Nach den Untersuchungen von Ascoli findet die Bildung sowohl der weißen als auch der roten Blutkörperchen durch indirekte Teilung entsprechender Formen junger weißer und roter Blutkörperchen statt. Außer der von Bizzozero nachgewiesenen Vermehrung der Leukozyten in der Spiralfalte ist eine solche durch Mitose auch im lymphoiden Gewebe der Niere und im Kreislauf anzutreffen. Die Formen indirekter Teilung roter Blutkörperchen sind nur im zirkulierenden Blut zu finden.

Der bei *alten Exemplaren von Geotria* Gray vorhandene Kehlsack (Figur 120) ist keine Ausstülpung des Munddarmes, sondern ein großer, die mächtige Zungenmuskulatur umgebender Lymphraum. Nach neueren Untersuchungen soll er sich erst beim Aufsteigen der Tiere aus dem Meere in die Flüsse, also in Süßwasser entwickeln.

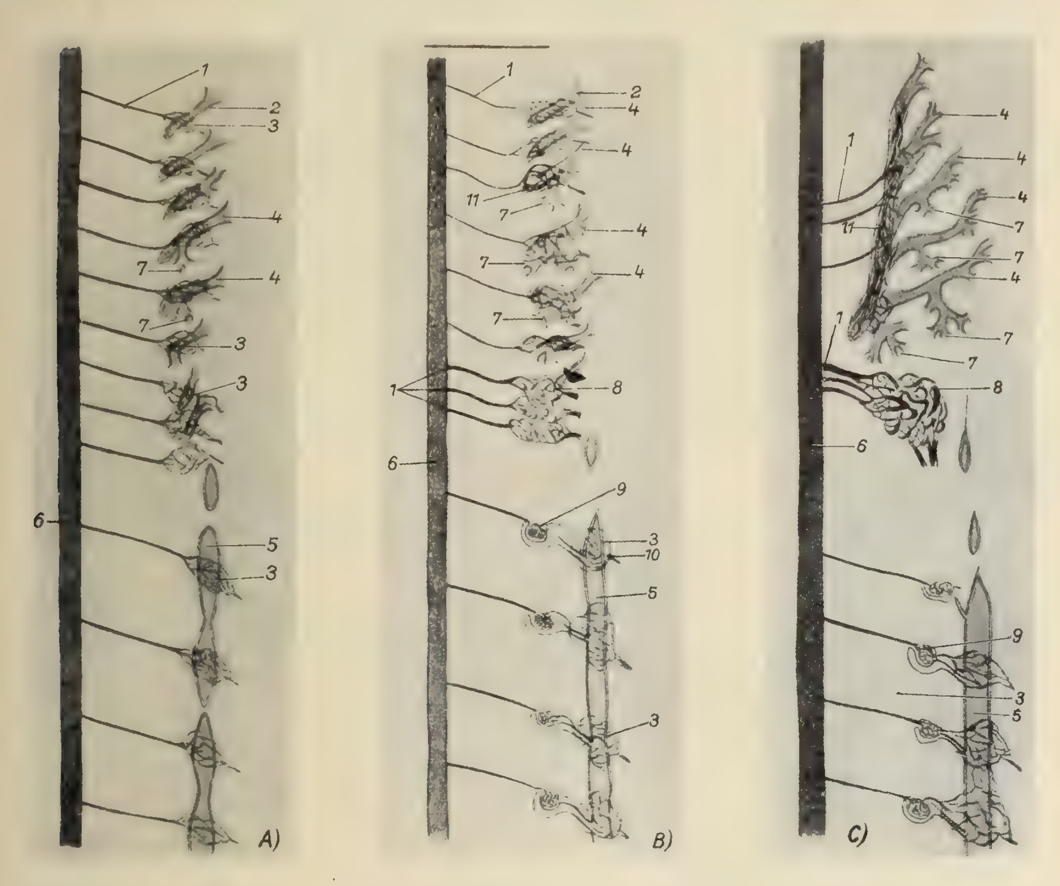
Exkretions-Organe der Myxiniden

Der hervorstechendste Charakter der Exkretions-Organe *der Myxiniden* ist das Persistieren der Vorniere, der gegenüber alle sich später entwickelnden Organteile eine geringere Rolle spielen.

Die rechte Vorniere liegt bei *Bdellostoma stouti* Lockington (nach Le Roy Conel) in der rechten Perikardialhöhle unmittelbar dorsal vom Portalherzen und längs der dorsolateralen Darmkanaloberfläche, parallel mit der dorsalen Aorta längs des langen Divertikels, das sich von der rechten vorderen Kardinalvene nach hinten erstreckt. Diese Vene scheint bei *Bdellostoma* Johannes Müller keine hintere Öffnung zu besitzen, während sie bei *Myxine* Linnaeus (nach Cole) nach dem Verlassen der Vorniere nach hinten zieht und in die Supraintestinalvene einmündet.

Das Perikard hüllt die Vorniere vollständig ein.

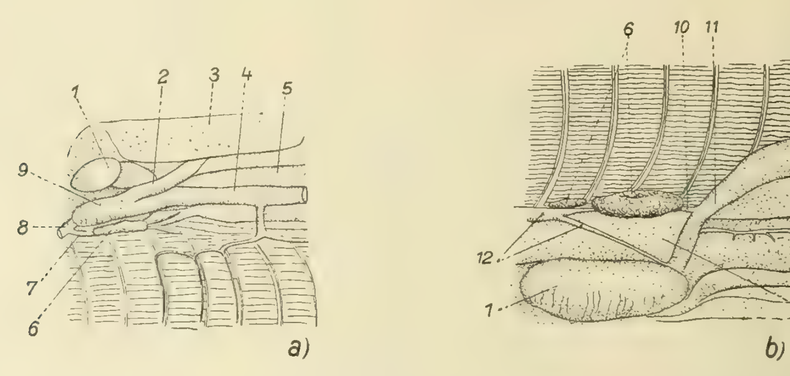
Die linke Vorniere liegt in der linken Perikardialhöhle unmittelbar dorsal vom Atrium. Mit der Aorta und dem Darm ist sie durch eine Falte des Perikard in Verbindung. Die Anheftung dieser Falte umfaßt $^1/_4$ bis $^1/_2$ der Breite und etwa $^3/_4$ der Länge der medianen Lateralfläche jeder Vorniere.



Figur 432. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *3 schematische Darstellungen des zeitlich und räumlich auftretenden Gegensatzes von Vorniere und Urniere* (*A hypothetisch, B und C in Anlehnung an Rekonstruktionen*). *A* Segmentale Gefäßnetze im ganzen Längsverlauf kranial um einzelne Kanälchen, weiter hinten um den Gang. *B* Im hinteren Teil besondere Kanälchen an den Gang tretend, die zu je einem Glomerulus in Beziehung stehen; die segmentalen Gefäße um den Gang noch vorhanden. Im kranialen Teil keine Vereinigung der ursprünglichen Kanälchen zu einem Gang; laterale und mediale Trichter unterscheidbar; segmentale Gefäßgeflechte an den einzelnen Kanälchen. Zwischen kranialem und hinterem Teil einige Gefäßnetze besonders stark entwickelt und näher zusammengedrängt. *C* Diese Gefäßnetze legen sich zu einem »Glomus« zusammen. Gegensatz und Zwischenraum zwischen kranialer und hinterer Partie noch vergrößert, das vorderste Segmentalkanälchen der Urniere rudimentär geworden. Die kranialen Kanälchen (Kopf-Niere) haben sich in ihren proliferierenden Enden samt den zugehörigen Gefäßnetzen zu dem speziellen Vornieren-Gewebe umgebildet. Die stark vermehrten Trichter zeigen noch die Anordnung in eine laterale und mediale Reihe. (*1*) zuleitende Gefäße; (*2*) Vornieren-Kanälchen; (*3*) Kapillaren; (*4*) lateraldorsale Trichter; (*5*) Nieren-Gang; (*6*) Arterie; (*7*) medialventrale Trichter; (*8*) Gefäßknäuel der Vorniere; (*9*) Glomus; (*10*) Urnieren-Kanälchen; (*11*) strittiges Gewebe der Vorniere. (Nach Maas)

Die linke Vorniere liegt längs einer von der linken vorderen Kardinalvene nach hinten gehenden Vene, die bei *Bdellostoma* Johannes Müller bloß ein blind endigendes Divertikel zu sein scheint, bei *Myxine* Linnaeus jedoch in die große, durch die Vereinigung der beiden hinteren Kardinalvenen entstandene Vene (den Ductus Cuvieri nach Cole) einmündet. Auch diese Vene liegt wie die der rechten Vorniere

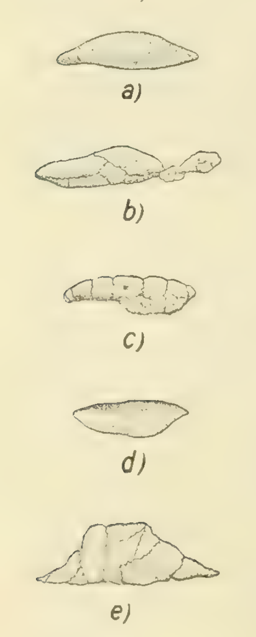
zwischen den Falten des die Vorniere an die dorsale Aorta und den Darmkanal anheftenden Perikards. Conel bezeichnet die eben beschriebenen Venen beider Seiten als rechte und linke Vornierenvene.



Figur 433. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: ***a*** *rechte,* ***b*** *linke Vorniere in ihrer Lage in der Perikardialhöhle.* (*1*) Atrium; (*2*) gemeinsame Portal-Vene; (*3*) Leber; (*4*) Supraintestinal-Vene; (*5*) Darmkanal; (*6*) Vorniere; (*7*) rechte Vornieren-Vene; (*8*) rechte vordere Kardinal-Vene; (*9*) Portal-Herz; (*10*) Vornieren-Vene; (*11*) Ductus centralis; (*12*) vordere Kardinal-Vene. (Nach Le Roy Conel)

Beide Vornieren erstrecken sich nahezu immer über 2 Segmente, nur vereinzelt bloß über 1.

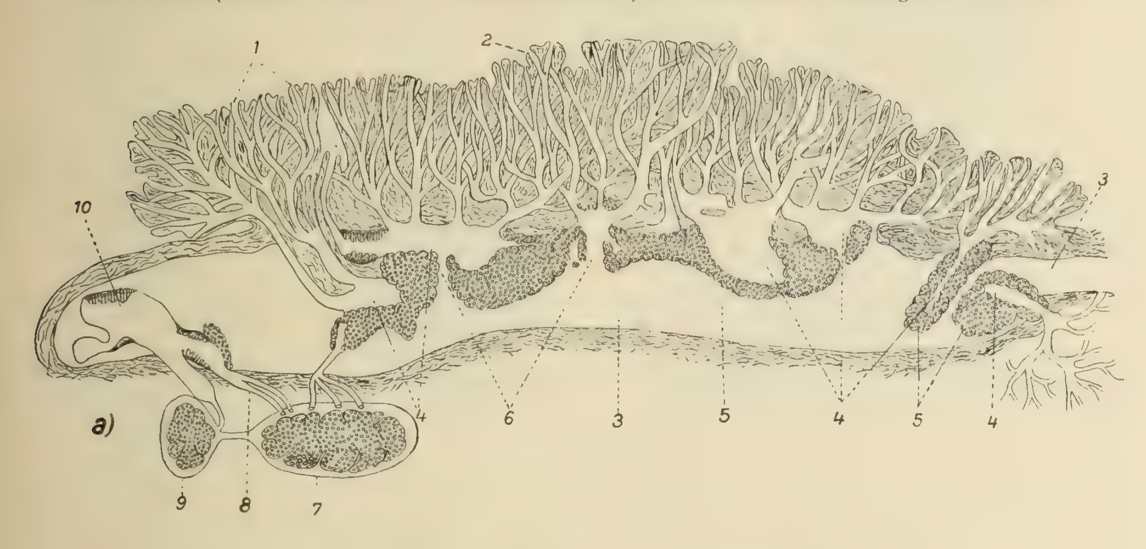
So wie die Größe ist auch die Gestalt der Vorniere außerordentlich variabel, selbst auf den beiden Seiten *eines Individuums*; doch ist sie meist 3-kantig. Die beiden Enden spitzen sich immer mehr oder weniger zu. Gewöhnlich ist die rechte Vorniere bei *Bdellostoma* Johannes Müller ein wenig größer als die linke, bei *Myxine* Linnaeus jedoch immer beträchtlich mehr. Die Vornieren von *Myxine* Linnaeus sind beträchtlich länger als die von *Bdellostoma* Johannes Müller. Eine Beziehung der Größe des Organs zur Körperlänge der Tiere besteht bei *Bdellostoma* Johannes Müller nicht, bei *Myxine* Linnaeus ist sie jedoch (nach Conel) wahrscheinlich. Die größte Vorniere hatte (nach Cole) *ein offenbar sehr altes Tier*, bei dem diese Organe sehr dunkelbraune Farbe besaßen, während sie bei *allen anderen* grau waren. Es erscheint danach wahrscheinlich, daß die Größe der Vorniere mehr mit dem Alter als mit der Größe des Tieres zusammenhängt.

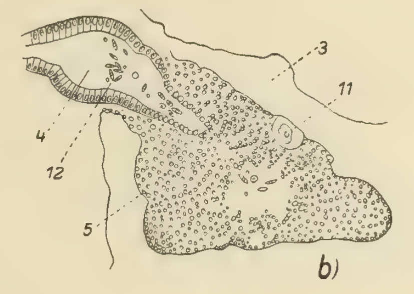


Figur 434. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *verschiedene Formen der Vorniere.* ***a*** *bis* ***c*** linke, ***d***, ***e*** rechte Vorniere. (Nach Le Roy Conel)

Im feineren Bau der Vorniere findet sich eine Unmenge von Varianten. Im allgemeinen ist jede Vorniere aus einer ganz großen Anzahl kleiner Büschel oder Läppchen von Röhrchen (Tubuli) zusammengesetzt, die sich getrennt um die Perikardialhöhle öffnen. Die Tubuli jedes der beiden Vorderlappen anastomosieren gegen innen und bilden dadurch einen einzigen Tubulus, der sich mit einem in ähnlicher Weise gebildeten des 2ten Lappens (Lobulus) zu dem Zentralgang (Zentralkanal) der Vorniere vereinigt. Dieser Gang zieht, sich erweiternd, nach hinten und tritt in die Vornierenvene ein, in der er blind endigt. Von seinem Beginn wird dieser kurze Abschnitt des Zentralkanals durch eine Masse großer Kerne (Zentralmasse nach Conel) eingehüllt. In ähnlicher Weise (Figur 435) sind die Verhältnisse beim

2ten Segment des Ganges. Die Tubuli eines Lappens vereinigen sich zur gemeinsamen Röhre, dem Beginn des Zentralganges, die sich mit der eines anderen Lappens vereinigt, in die Vornierenvene eintritt und in ihr eine Strecke weit verläuft, um dann blind zu endigen. Im 3ten Segment werden die Tubuli von mehreren Läppchen durch solch einen Gang miteinander vereinigt. Der Kanal zieht dann eine Weile parallel mit der Vornierenvene, und in diesem Gebiet findet sich eine Kommunikation zwischen den Tubuli der Vorniere und der Vornierenvene durch Kapillaren, die beide verbinden. In der Vene selbst wird der Zentralgang durch eine »Zentralmasse« umhüllt und öffnet sich durch diese (niemals durch die Venenwand selbst) mit mehreren Mündungen in die Vene.





Figur 435. Cyclostoma. – *Bdellostoma stouti* Lockington: ***a*** *Rekonstruktion der rechten Vorniere,* ***b*** *Zentralmasse, stärker vergrößert.* (*1*) Vornieren-Tubuli; (*2*) Perikardialhöhle; (*3*) Vornieren-Vene; (*4*) Zentralgang; (*5*) Zentralmasse; (*6*) Öffnung des Zentralganges in die Vornieren-Vene; (*7*) Malpighischer Körper der Vorniere; (*8*) Urnieren-Tubulus; (*9*) Malpighischer Körper der Urniere (Mesonephros); (*10*) Urnieren-Gang; (*11*) Riesen-Blutkörperchen; (*12*) Blut-Körperchen. (Nach Le Roy Conel)

Der Zentralgang verläßt weiter hinten wieder die Vene und bricht in die Tubuli 3er Läppchen auseinander, während die Zentralmasse unabhängig von ihm in zylindrischer Gestalt in der Vorniere weitergeht und auch das 4te Segment des Zentralganges in sich aufnimmt. Ähnliche Verhältnisse finden sich (Figur 435) in den übrigen Segmenten. Dort, wo die Vene sich zwischen der in ihr liegenden Zentralmasse als Sinus zwischen die Tubuli öffnet, sind die Kapillaren bloß durch die Perikardialscheide und das Endothel des Sinus ersetzt, die das Blut im intertubulären Raum begrenzen. Vom 6ten Segment des Zentralganges ist erwähnenswert, daß er auf eine Strecke, in der er die Zentralmasse verläßt, eine Veränderung seiner Zellbegrenzung erfährt, die der der Urniere ähnlich wird und doppelt so hohe Zellen in seinen Wänden aufweist als sonst; vom 8ten Segment, daß es überhaupt nicht mit Lobulis in Verbindung ist, sondern sich gegen hinten zu in 3 Tubuli teilt, die alle aus der Vornierenvene in die Bowmansche Kapsel des Malpighischen Körperchens durch das Nephrostom einmünden.

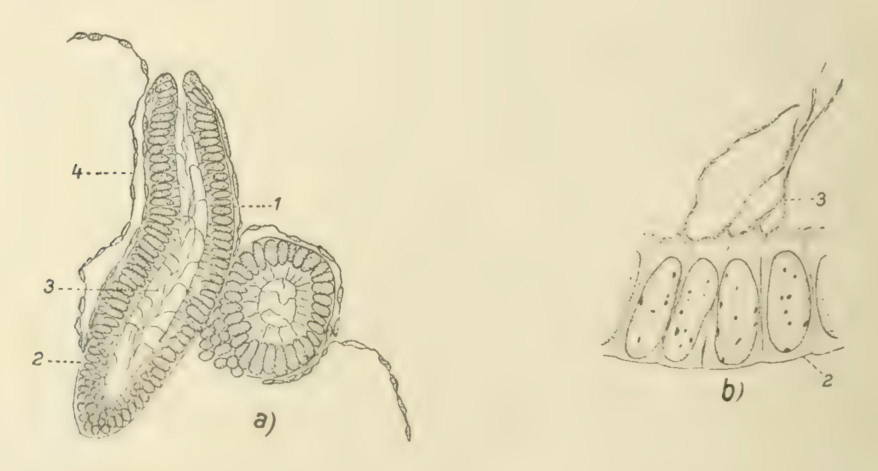
Die Ansicht von Price, daß jeder Lobulus möglicherweise ein einzelnes Originalröhrchen und seine sekundären Verzweigungen darstellt, wird von Conel abgelehnt.

Keiner der Tubuli von *Bdellostoma* Johannes Müller zeigt Degenerationserscheinungen, alle öffnen sich auf dem einen Ende in die Perikardialhöhle, auf dem anderen direkt oder indirekt in den Zentralgang. Ihr Lumen ist mit einem spärlichen körnigen, in eine geißelähnliche Form ausgezogenen Koagulum erfüllt. Gewöhnlich geht je 1 solcher Fortsatz von der Wand einer Zelle aus. Zilien konnte Conel in den Tubuli

nicht nachweisen. Jedes Röhrchen stellt einen von einem 1-schichtigen, hochzelligen Epithel ausgekleideten Zylinder dar, dessen Ausmündung in die Perikardialhöhle meist etwas verengert, sonst aber überall gleich weit ist. Die Zylinder-Zellen des Epithels sind in allen Röhrchen, deren Lumen so ziemlich gleichen Durchmesser besitzt, ungefähr gleich groß, im Zentralgang größer.



Figur 436. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Transversalschnitte durch die Vorniere.* ***a*** *Übersichtsbild (rechte Vorniere);* ***b*** *Verbindung zwischen Zentralgang (Ductus centralis) und Vornieren-Vene (mit Kern-Masse in der Öffnung), sowie Öffnung der Vornieren-Vene in den Zwischenraum zwischen den Tubuli;* ***c*** *Malpighisches Körperchen, das sich in die Perikardialhöhle öffnet, mit Bowmanscher Kapsel.* (*1*) Perikard; (*2*) Aorta dorsalis; (*3*) Anheftung des Perikards an die Aorta dorsalis und den Darmkanal; (*4*) rechte Vornieren-Vene; (*5*) Vorniere; (*6*) Perikardialhöhle; (*7*) Blut-Körperchen; (*8*) Raum zwischen den Tubuli (Intertubulärraum); (*9*) Kern-Masse; (*10*) Zentralmasse; (*11*) Zentralgang (Ductus centralis); (*12*) Glomerulus; (*13*) Bowmansche Kapsel; (*14*) Bindegewebe; (*15*) Vornieren-Tubulus; (*16*) Vornieren-Vene. (Nach Le Roy Conel)

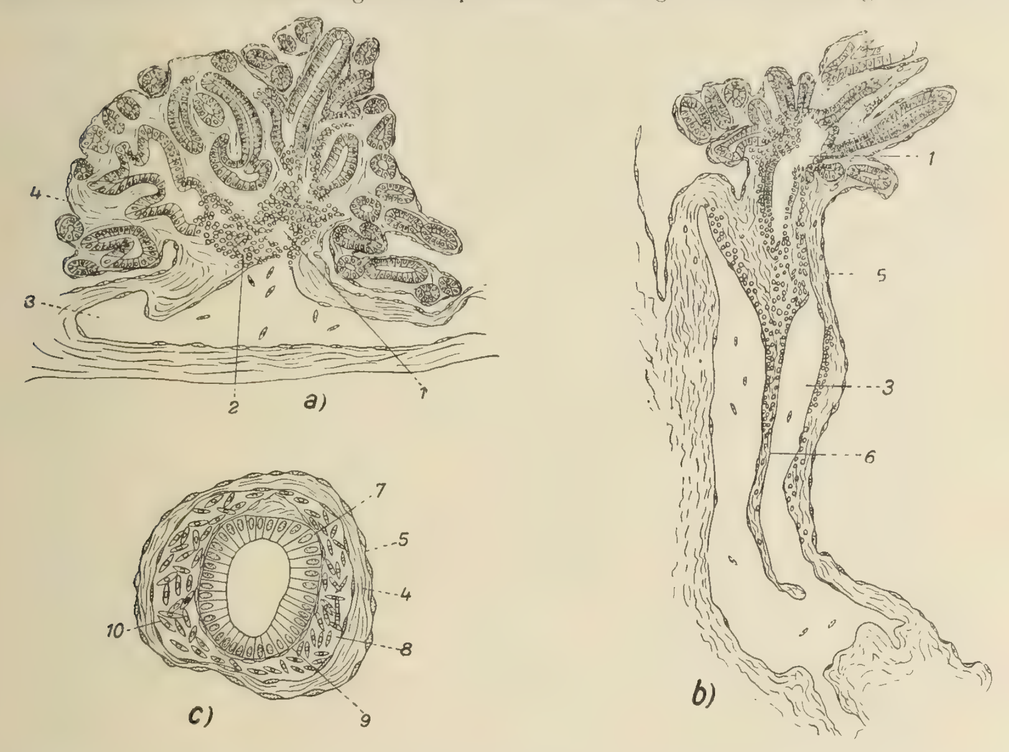


Figur 437. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Vornieren-Tubulus* ***a*** *in Längs- und Querschnitt,* ***b*** *Säulen-Zellen des Tubulus-Epithels, stärker vergrößert.* (*1*) Säulen-Epithel; (*2*) Basalmembran; (*3*) aus Granulae bestehender Fortsatz; (*4*) Perikard. (Nach Le Roy Conel)

Die zuerst von Kirkaldy bei *Myxine* Linnaeus beschriebene und von ihm als degenerierender Zentralgang *jüngerer Stadien* gedeutete Zentralmasse war Gegenstand der Untersuchung durch verschiedene Autoren. Kirkaldy fand Unterschiede zwischen ihr bei *Tieren ohne und mit Eiern.*

Die Zentralmasse liegt entweder gänzlich oder mit Ausnahme eines ganz kleinen Teils, der den Zentralgang vor seinem Eintritt in die Vornierenvene begleitet, in der Vornierenvene. Vereinzelt finden sich in ihr Riesenkerne, die als vergrößerte Blutkörperchen gedeutet und als »Riesenblutkörperchen« bezeichnet werden.

Beim Eintritt in die Zentralmasse verliert der Zentralgang seine Wandung vollständig. Auch in die die Zentralmasse umgebende epitheliale Scheide geht seine Wandung nicht über.



Figur 438. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schnitte durch die Vorniere, a Zentralgang und Zentralmasse (Querschnitt), b breites Bindegewebs-Band zwischen der Basis der Tubuli und der Vornieren-Vene, c Vornieren-Tubulus mit umgebendem Blut-Sinus.* (*1*) Zentralgang; (*2*) Zentralmasse; (*3*) Vornieren-Vene; (*4*) Bindegewebe; (*5*) Perikard; (*6*) Bindegewebs-Band; (*7*) Epithelium; (*8*) Blut-Sinus; (*9*) Kragen-Epithel des zusammengesetzten Urnieren-Tubulus; (*10*) Blut-Körperchen. (Nach Le Roy Conel)

Auf Grund dieser Tatsache bestreitet Conel die Auffassung, daß die Zentralmasse der Vorniere dem Glomerulus eines Malpighischen Körperchens der Urniere entspricht.

Die Zentralmasse hat immer eine oder mehrere Öffnungen, durch die der Zentralgang mit dem Lumen der Vornierenvene in Verbindung ist. Die endotheliale, die Zentralmasse einhüllende Scheide begrenzt auch diese. Eine Regelmäßigkeit oder Gesetzmäßigkeit in der Lage dieser Öffnungen findet sich nicht, abgesehen davon, daß sie nur in der hinteren Hälfte der Vorniere auftreten. Sie kommen jedenfalls aber niemals dort vor, wo der Zentralgang nicht von der Zentralmasse umgeben ist. Durch den Zentralgang und die Tubuli sind diese Öffnungen und damit auch die Vornierenvene in Verbindung mit der Perikardialhöhle und Blutkörperchen finden sich auch in allen diesen Teilen.

Da die Perikardialhöhle durch das perikardio-peritoneale Foramen aber mit der Peritonealhöhle und diese durch die Kloake oder den Genitalporus mit der Außenwelt in Verbindung ist, haben wir hier einen Fall vor uns, wo das Gefäß-System in offener Verbindung mit der äußeren Umgebung des Tieres ist. Injektionsversuche haben ergeben, daß die Stromrichtung in diesen Organen von außen einwärts geht, also von der Peritonealhöhle durch die Tubuli und den Zentralgang zur Vornierenvene.

Nach Kirkaldys und Conels Ansicht entsteht die Zentralmasse aus dem aufgelösten Zentralgang.

Diesen Verhältnissen bei *Bdellostoma* Johannes Müller gegenüber zeigt *Myxine* Linnaeus sehr bedeutende Verschiedenheiten. Zunächst enthält die Vorniere in allen Teilen Bindegewebe, zum Teil in großer Masse, Bindegewebe umgibt die Tubuli und liegt zwischen ihnen und der Perikardialscheide, die sie umhüllt. Auch zwischen Vorniere und Vornierenvene ist viel mehr Bindegewebe. Das die Tubuli umgebende Blut ist also *hier* in Gefäße gefaßt, während es bei *Bdellostoma* Johannes Müller einen Blutsinus bildet. Auch die Größe der Tubuli ist sehr verschieden. Diese Verschiedenheit entsteht jedoch erst während der Entwickelung; denn *in jungen Stadien sind auch bei Myxine* Linnaeus alle Tubuli ziemlich gleich, während bei *alten Tieren* ein sehr großer Unterschied zwischen den kleinsten und größten besteht. Die kleineren Gefäße haben so gut wie gar kein Bindegewebe zwischen ihren Wänden und der Perikardialscheide. Die kleineren Tubuli erscheinen wie jüngere Zweige der großen. Insbesondere die inneren Enden der Tubuli zeigen bei *alten Tieren* da und dort Degenerationserscheinungen (Auflösung der Pallisaden-Zellen der Wände und so weiter). Diese Degenerierungserscheinungen der Tubuli sind jedoch nicht besonders zahlreich und nicht auf einen bestimmten Teil der Vorniere beschränkt. Im allgemeinen zeigen die inneren Tubulienden bei *Myxine* Linnaeus stets einen unbestimmten, weniger ausgeprägten Charakter als die bei *Bdellostoma* Johannes Müller.

Die Anwesenheit eines Zentralganges bei *Myxine* Linnaeus wurde von einer Anzahl von Autoren geleugnet. Conel stellt einen solchen fest. Gelegentlich öffnet sich dieser Gang in die Vornierenvene und es finden sich Blutkörperchen in ihm und den Tubuli in seiner Nähe. Diese sind mit einem Koagulum gefüllt, das mehr oder weniger in einwärts gerichtete körnige Fortsätze ausgezogen ist.

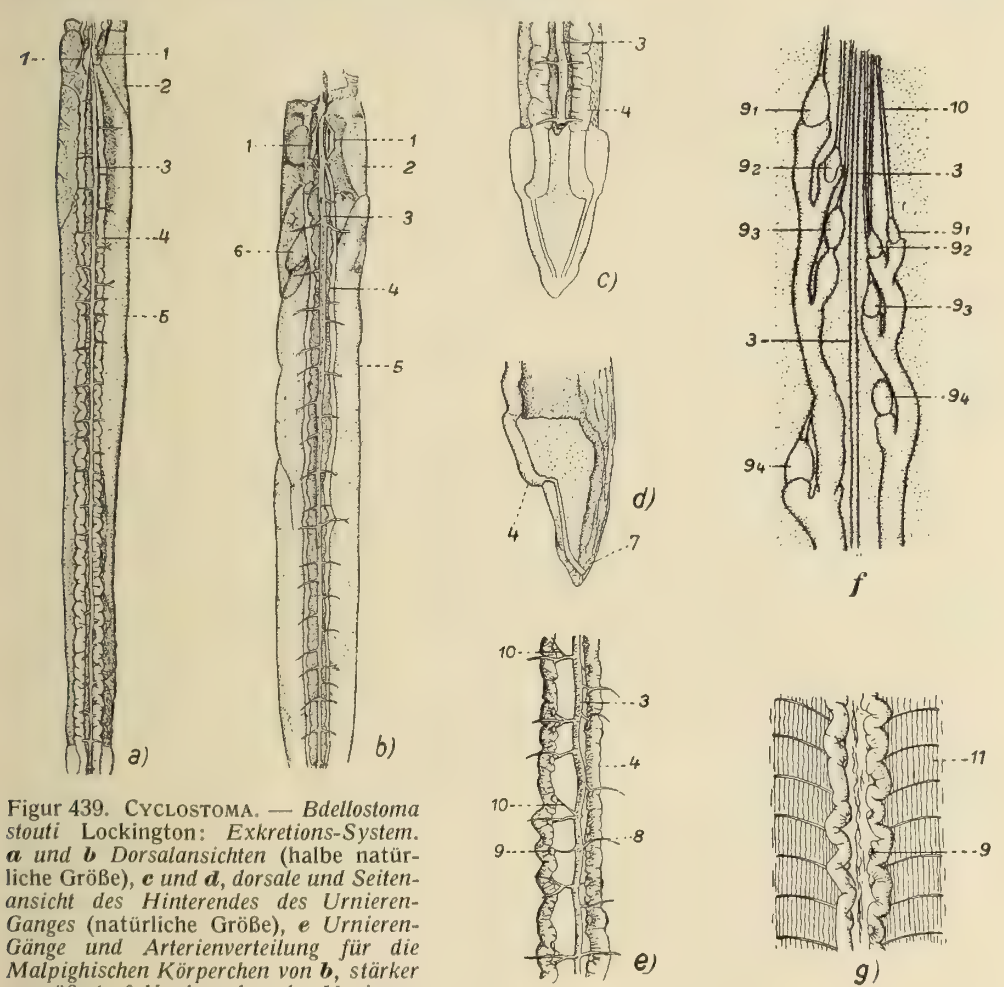
Bei *jungen Myxinen* ist die Zentralmasse der von *Bdellostoma* Johannes Müller ähnlich, weist jedoch Bindegewebe auf; bei *älteren Myxinen* erhält sie durch Veränderungen in Bau und Lage Unterschiede, insbesondere im hinteren Vornierenteil, wo sie dann einem Lymphkörper ähnelt.

Breite Bänder von Bindegewebe ziehen auch quer durch das Lumen der Vornierenvene von *Myxine* Linnaeus von Seite zu Seite. Sie finden sich bei *jungen und alten Tieren* und sind nicht auf irgendeine Region der Vorniere beschränkt. In der Nähe des Malpighischen Körperchens der Vorniere beginnt ein großer, vereinzelter, blind endigender, dickwandiger Gang in einem solchen Band, der an einer Seite die charakteristischen Säulen-Zellen des Zentralganges aufweist, an der anderen das Aussehen des Malpighischen Körperchens. Diese Bildung wird als degenerierender Malpighischer Körper aufgefaßt. Zum mindesten findet sich immer 1 Malpighischer Körper seitlich vom Hinterende der Vorniere bei *Bdellostoma* Johannes Müller und *Myxine* Linnaeus. Über die Zugehörigkeit dieses Körperchens zu dem oder jenem Teil der Niere sind die Ansichten strittig. Semon hält es für das 1te Malpighische Körperchen der Urniere, Spengel und Maas für den Glomus der Vorniere.

Sowohl bei *Bdellostoma* Johannes Müller wie bei *Myxine* Linnaeus ist das Malpighische Körperchen stets seitlich von der hinteren Hälfte der Vorniere, gewöhnlich an deren äußerstem Hinterende gelegen, immer im Bindegewebe eingebettet, von der Vorniere durch die Scheide seiner Bowmanschen Kapsel und das Perikard, sowie durch einen mehr oder weniger weiten Streifen der Perikardialhöhle getrennt. Häufig folgt diesem Körperchen unmittelbar ein 2tes, dessen Vorderende hinter den letzten Vornierentubuli liegt oder gewöhnlich überhaupt hinter der hinteren Grenze der Vorniere. Es wird als das 1te der Urniere angehörige Malpighische Körperchen gedeutet. Die Kapseln beider Körperchen werden durch einen sehr engen Gang miteinander verbunden, der mit kurzen, wenig Zytoplasma enthaltenden Zellen ausgekleidet ist. Das 2te Malpighische Körperchen wird durch einen Tubulus mit einem kurzen

Stück des segementalen Urnierenganges verbunden, der im Lumen der Vornierenvene liegt. Mit diesem Endstück des Urnierenganges endet die Vene kurz hinter den Malpighischen Körperchen blind.

Weiterhin erstrecken sich 2 sich in die Kapsel des Malpighischen Vornierenkörperchens öffnende Vornierentubuli in die Vornierenvene und vereinigen sich mit dem Urnierengang, in den sie eintreten. An dieser Vereinigungsstelle liegt eine kleine Menge der Zentralmasse. Der erwähnte kurze Gang enthält ungeformte, tote Substanz in seiner ganzen Ausdehnung. Wenn nur 1 einziges Malphigisches Körperchen vorhanden ist, so endet dieses in der Regel blind.



Figur 439. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Exkretions-System.* ***a*** *und* ***b*** *Dorsalansichten* (halbe natürliche Größe), ***c*** *und* ***d****, dorsale und Seitenansicht des Hinterendes des Urnieren-Ganges* (natürliche Größe), ***e*** *Urnieren-Gänge und Arterienverteilung für die Malpighischen Körperchen von* ***b****, stärker vergrößert,* ***f*** *Vorderenden der Urnieren-Gänge,* ***g*** *Ventralansicht der Urnieren-Gänge mit den Malpighischen Körperchen und deren Lagebeziehung zu den Somiten.* (*1*) Vorniere; (*2*) Leber; (*3*) Aorta dorsalis; (*4*) Urnieren-Gang; (*5*) Darm-Kanal; (*6*) Eier; (*7*) Kloake; (*8*) somatische Arterie; (*9*) Malpighische Körperchen der Urniere; (*10*) Blut-Gefäße; (*11*) Somit. (Nach Le Roy Conel)

Gewöhnlich ist das Malpighische Körperchen der Vorniere längsoval. Sein verhältnismäßig fester, einheitlich gebauter Glomerulus hat bei *Bdellostoma* Johannes Müller glatte, leicht gewundene Oberfläche und ist bedeckt durch die Epithelbegrenzung der Bowmanschen Kapsel. Da und dort trennt er sich durch eingreifende Grenzen in Lappen und fast immer finden sich eine oder mehrere kleine Höhlungen mit Blutkörperchen oder Blutplasma. Der Glomerulus *der jüngsten Myxinen* ist dem von *Bdellostoma* Johannes Müller sehr ähnlich. Später aber wird er lockerer, seine lappige Zusammensetzung tritt

deutlich hervor, er bekommt ein etwas geschrumpftes Aussehen und die Räume in der Glomerularmasse werden zahlreicher und größer. Stränge und Netze von Bindegewebe erscheinen überall in ihm und rund um die Begrenzung der Bowmanschen Kapsel. Dann tritt auch ein großer Blutsinus in ihm auf, der Blutkörperchen und Blutplasma enthält und so ziemlich die ganze Länge des Glomerulus einnimmt. Er hat epitheliale Begrenzung und um diese konzentrische Lagen von Bindegewebe. An der entgegengesetzten Seite des Glomerulus ist ein großer, ebenfalls die ganze Länge des Glomerulus einnehmender Raum mit verhältnismäßig wenigen Kernen, aber vollständig mit dünnen Fasern von Bindegewebe gefüllt. Auch die Begrenzung der Bowmanschen Kapsel wird durch ein Epithel gebildet, das von konzentrischen Lagen von Bindegewebe in breitem Band umgeben wird. Die Bowmansche Kapsel hat bei *allen Bdellostoma* Johannes Müller eine Verbindung zur Perikardialhöhle durch einen sehr schmalen Gang, zu dem sehr schmale Öffnungen durch die Kapselwand dazu kommen können, die deren Höhlung mit der Perikardialhöhle in Verbindung setzen.

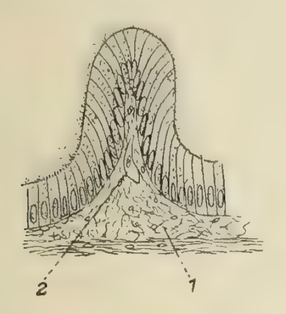
Eine kurze Strecke hinter der Vorniere beginnen bei *Bdellostoma* Johannes Müller die Urnierengänge. In dem dazwischenliegenden Gebiet finden sich dünne, vom Vorderende der Urniere in der Richtung gegen die Vorniere ziehende Stränge von Gewebe, das dem des Urnierenganges ähnlich ist und von denen der eine oder andere auf kurze Strecke auch ein Lumen aufweist als die einzige Spur von Vor- oder Ur-Nierenelementen auf dieser Strecke. Selten liegen die Vorderenden der Urnierengänge auf den beiden Körperseiten einander gegenüber. Sie beginnen nicht plötzlich, sondern sind dort immer am engsten, manchmal fadenförmig; um sich bis zum Ende der Leibeshöhle, wo sie am weitesten sind, allmählich zu erweitern. Der linke Gang biegt gewöhnlich an seinem Vorderende scharf seitlich zu einer Lage dicht an der Seite der linken Postkardinalvene ab, der rechte dagegen nur leicht an die Seite der rechten Postkardinalvene. Er liegt stets der Dorsalaorta näher als der linke.

Jeder Gang ist dorsoventral abgeflacht. Seine Außenfläche ist glatt, im Lumen finden sich Längsfalten, die durch das Wand-Epithel hervorgerufen werden. In der Größe der unmittelbar unter der Chorda liegenden Gänge finden sich keine merklichen Schwankungen bei *erwachsenen Tieren desselben Geschlechtes*. Doch sind sie bei *erwachsenen Männchen* länger und weiter als bei *Weibchen*. Die größere Länge wird durch regelmäßige seitliche Windungen und Schlängelungen hervorgerufen, die je 1 auf einen Somiten entfallen. Die größere Weite *der männlichen Gänge* ist durch ihr größeres Lumen verursacht, während ihre Wände dünner als die *der weiblichen* sind. Die Gänge von *jungen Männchen* sind nicht geschlängelt und ähneln in ihrem ganzen Aussehen *denen der Weibchen*. Die beiden Gänge verlassen die Peritonealhöhle an ihrem hinteren Ende, nähern sich einander und setzen ihren Verlauf eine kurze Strecke längs der dorsalen Oberfläche der Genitalkammern fort, um sodann scharf zu konvergieren, zugleich ventral und lateral zu biegen und unvermittelt zu ganz schmalen Röhren verengert zu werden, die, nach hinten verlaufend, abermals scharf ventral zum Hinterende der Kloake abbiegen und dort auf einer papillenartigen Erweiterung (siehe auch unter Kloake) auf einem längs der Dorsalwand der Genitalkammer und Kloake verlaufenden vorspringenden Wulst in 2 längsseits liegenden Öffnungen zu münden. Die Gänge bestehen aus einem inneren, aus Zylinder-Zellen zusammengesetztem Epithel und einer äußeren Bindegewebsumhüllung. Wie schon erwähnt, ist das Epithel in Längsfalten gelegt, die sich gabeln und frei anastomosieren können, auch nach solchen Gabelungen sich wieder vereinigen. Die Wülste werden dadurch gebildet, daß sich das Epithel gegen das Innere des Ganges einfaltet und daß eine außer der Basalmembran des Epithels gelegene Bindegewebsschicht die Konkavitäten zwischen den Flanken dieser Wülste ausfüllt (Figur 440). Die Falten und Wülste sind zahlreicher und auch höher bei *erwachsenen Männchen* als bei *den Weibchen*. Gegen die distalen Zell-Enden zu finden sich in ihnen zahlreiche kleinere und größere gelbliche, runde und ovale, homogene, öltröpfchenähnliche Körperchen. In den Zellen an den Spitzen der Wülste sind sie besonders zahlreich, in denen am Boden der Falten nur vereinzelt. Von Wilhelm Müller wurden sie als Pigmentkörnchen gedeutet. Längs der distalen Zelloberflächen finden sich Körnchenansammlungen, die in das Lumen des Ganges hineinragen. Nach der Ansicht von Maas, der sich auch andere Autoren, darunter auch Conel,

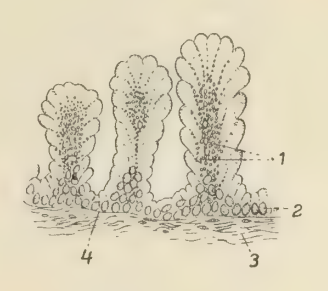
anschließen, kommt den Urnierengängen nicht bloß exkretorische, sondern auch sekretorische Tätigkeit zu.

Die bindegewebige Hülle der Gänge besteht aus einer inneren, ein loses Netz bildenden, von Blutgefäßen durchzogenen Schicht, die sich dicht der Außenlinie der Basalmembran anschließt und auch das Innere der Wülste ausfüllt, und einer äußeren, aus konzentrisch um den Gang gelagerten Fasern gebildeten, mehr oder weniger kompakten Schicht, an die sich außen das Peritoneum anschließt. Manche Blutgefäße enthalten auch Riesenblutkörperchen, wie die Zentralmasse des Pronephros.

Das von Wilhelm Müller beschriebene Vorhandensein einer außer diesen 2 Schichten vorkommenden Membrana propria bestreitet Conel.



Figur 440. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Erhebung im Epithel eines Urnieren-Ganges.* (*1*) Bindegewebe; (*2*) Blut-Gefäß. (Nach Le Roy Conel)



Figur 441. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Erhebungen im Epithel eines Urnieren-Ganges mit den Strängen gelber Körperchen* (*1*). (*2*) Kern; (*3*) Bindegewebe; (*4*) Basalmembran. (Nach Le Roy Conel)

Wie die Untersuchungen von Price über die Entwickelung der Urogenitalorgane von *Bdellostoma* Johannes Müller ergeben haben, bildet auf einem gewissen Stadium der Urnierengang die ununterbrochene Fortsetzung der Vorniere und dementsprechend finden sich dort auch Malpighische Körperchen. Später degenerieren mit der Verbindung der beiden Teile zugleich auch deren Malpighische Körperchen, allerdings nicht immer in gleicher Weise.

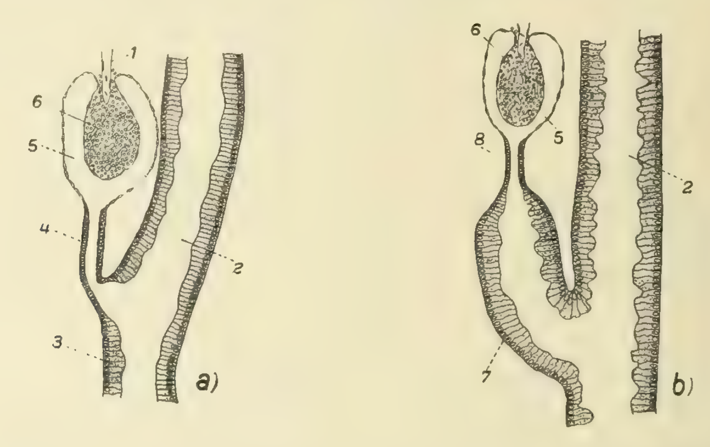
Manchmal finden sich, wie schon erwähnt, 1 oder mehrere vereinzelte Malpighische Körperchen in dem Zwischenraum, manchmal liegt der vorderste Malpighische Körper der Urniere dicht hinter dem der Vorniere, oder er beginnt an der Spitze des Urnierenganges und sein Röhrchen weitet sich zum Beginn dieses Ganges, oder das Vorderende dieses Ganges liegt noch vor dem 1ten Malpighischen Körperchen, so daß dieses an der Seite in ihn einmündet. Die Tatsache, daß die Arterienästchen, die die manchmal gehäuften vorderen Malpighischen Körper versorgen, ihren Ursprung aus der Aorta ziemlich weit vor dem Beginn des Urnierenganges haben, weist wohl auch darauf hin, daß diese Körperchen sekundär rückwärts verschoben worden sind. Abgesehen von dieser Häufung der Malpighischen Körperchen am Vorderende des Urnierenganges entfällt auf einen Somiten immer nur eines. Die des letzten Drittels des Ganges, die *im Embryonalleben* gleichfalls vorhanden sind, degenerieren später und dieser Teil zeigt keine Malpighischen Körperchen. Auch die hintersten der bestehenbleibenden sind schmäler als die anderen und zeigen auch andere Degenerationserscheinungen (Schrumpfungen, Fehlen einzelner Teile).

Alle Malpighischen Körperchen (ausgenommen ein allfällig am Vorderende auftretendes) liegen längs der Mittelseite des Ganges, ohne besondere Regelmäßigkeit in bezug auf die Somiten, auch nicht in gleichen Abständen hintereinander auf jeder Seite, gewöhnlich aber die der beiden Seiten paarweise angeordnet, was mit ihrer arteriellen Versorgung zusammenhängt.

Nur selten sind die Malpighischen Körperchen der beiden Seiten einander vollständig genau gegenübergestellt. Sie und ihre Röhrchen erstrecken sich gewöhnlich bis zu dem Punkt, wo das Röhrchen sich in den Urnierengang entleert.

Die in den Urnierengang einmündenden Röhrchen, deren jedes Malpighische Körperchen eines besitzt, sind entweder einfach oder zusammengesetzt. Bei *einem*

und demselben Tier findet sich immer nur der eine oder der andere dieser beiden Typen; die zusammengesetzten scheinen weitaus die Regel zu sein. Die einfachen Röhrchen sind aus sehr kurzen, ungefähr gleich großen, sehr wenig Zytoplasma enthaltenden, in ihrer Färbbarkeit stark vom umgebenden Gewebe verschiedenen Zylinder-Zellen zusammengesetzt, die am proximalen Röhrchenende ohne scharfen Unterschied in die des Urnierenganges, am distalen in die des 1-schichtigen, schuppigen Epithels der Bowmanschen Kapsel übergehen. Die Basalmembran des Vornierenganges setzt sich in dieses Röhrchen fort. Die Tubuli variieren stark in der Länge.



Figur 442. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *schematische Darstellung* **a** *eines einfachen,* **b** *eines zusammengesetzten Urnieren-Tubulus.* (*1*) Blut-Gefäß; (*2*) Urnieren-Gang; (*3*) Epithel; (*4*) einfacher Urnieren-Tubulus; (*5*) Bowmansche Kapsel; (*6*) Glomerulus; (*7*) Stamm, (*8*) Kragen eines zusammengesetzten Tubulus. (Nach Le Roy Conel)

Die auffällig von diesen verschiedenen zusammengesetzten Röhrchen bestehen aus einem dünneren »Hals« und einem dickeren »Körper«. Der den einfachen Tubuli in Bau und Aussehen gleichende Hals setzt an die Bowmansche Kapsel an, in deren Epithel das seine unter allmählicher Größenabnahme seiner Zellen übergeht. Im proximalen Teil setzen sich seine Epithel-Zellen und seine Basalmembran in allmählichem Übergang in die des Körpers fort, der dem Urnierengang in seinem Bau vollständig gleicht; bei den Tubuli des vorderen Gangteiles auch in der Weite, während er im hinteren Teil des Vornierenganges nur einen Teil von dieser beträgt. Der Röhrchenkörper hat, sowie der Urnierengang, seine eigene bindegewebige Umhüllung, die mit der des Ganges durch ein festes, in konzentrische Schichten gelegtes bindegewebiges Band vereinigt ist. Gewöhnlich ist der Hals viel kürzer als der Körper, doch kann dies auch umgekehrt sein.

Die gelblichen Körper, die in den Zellen des Urnierenganges auftreten, finden sich auch in denen des Körpers, fehlen aber denen des Halses, sowie den einfachen Röhrchen. Formlose Körnchenmassen, ähnlich denen des Urnierenganges, sind auch überall im Lumen der Tubuli anzutreffen.

Jeder Glomerulus füllt seine gewöhnlich ovale Bowmansche Kapsel nahezu vollständig aus; so wie die Glomeruli nehmen auch die Röhrchen nach hinten zu immer mehr an Größe ab, die vordersten sind die größten. Jeder Malpighische Körper wird durch festes Bindegewebsband umgeben.

Bei *Myxine* Linnaeus sind die Vorderenden des Urnierenganges von der Vorniere weit entfernt. Windungen sind keine vorhanden. Die Wülste in den Urnierengängen von *Myxine* Linnaeus sind zahlreicher, kürzer und enger als die von *Bdellostoma* Johannes Müller. Die Kerne an der Basis dieser Wülste liegen gehäuft. Die gelblichen Körperchen in den Epithel-Zellen des Ganges sind bei *Myxine* Linnaeus nahezu vollständig auf das Zentrum der Wülste beschränkt (Figur 441), und zwar von den basalen Kernen bis nahe an den Scheitel, wo sie in fächerförmig sich ausbreitenden Reihen angeordnet erscheinen. Bindegewebe ist sowohl im Urnierengang wie in den Malpighischen Körperchen bei *Myxine* Linnaeus viel weniger vorhanden als bei *Bdellostoma* Johannes Müller. Die Malpighischen Körperchen zeigen nur einen, und zwar den zusammengesetzten Typus. Im übrigen sind die Verhältnisse der Urniere bei *beiden Gattungen* dieselben.

Bezüglich der Entwickelung (siehe dort), sei hier nur erwähnt, daß (nach Untersuchungen von Price) bei *Bdellostoma stouti* Lockington *im Lauf der Embryonalentwickelung* je ein exkretorisches Röhrchen (Tubulus) jederseits in jedem Somiten vom 11ten bis 82ten entsteht; also in den gleichen Segmenten wie die Kiemen. In demselben Maß, als diese sich hinten verschieben, werden die Tubuli hinter ihnen entlang gestoßen und in einen kleinen kompakten Körper zusammengedrängt: die Vorniere *der alten Tiere*, im Gebiet kurz hinter dem 30ten Segment.

Exkretions-System der Petromyzoniden

Die 1ten Anlagen der Vorniere erscheinen bei *Petromyzon* Linnaeus *in einem Stadium*, in dem der Mesoblast in der vorderen Region schon eine metamerische Gliederung erfahren hat, die Lateralplatte jedoch noch nicht vom Somiten abgespalten ist (siehe Entwickelung). Das Ursprungsgewebe der Vorniere ist die parietale Lage des kleinen, die distale (ventrale) Hälfte des mesoblastischen Somiten bildenden Mesoblastteils (Nephrotom). Diese parietale Lage enthält einen Teil der Zölomhöhle. Die Vornierenröhrchen entstehen in jedem Segment von der ventralen Hälfte jedes mesoblastischen Somiten. Die Vorniere ist also zunächst streng metamerisch.

Die den drüsigen Teil des Vornieren-Systems und den vorderen Abschnitt des Ductus segmentalis bildenden Vornierenröhrchen entstehen im Gebiet des Vordarms, und einige von ihnen finden sich in der Region, in der später die Kiementaschen gebildet werden. Diese Röhrchen verschwinden vollständig vor deren Auftreten.

Die segmentale Anlage der Vornierenröhrchen wird sekundär durch den Gang verbunden, der aus 2 anliegenden Vornieren-Anlagen gebildet ist. Die Vornierenröhrchen unterliegen einer Degeneration, die sowohl vom kranialen wie kaudalen Teil des Organ-Systems ihren Ausgang nimmt. Im kranialen Teil verschwinden die Tubuli, ohne irgendeine Spur zu hinterlassen, während sie im kaudalen Teil in die vordere Abteilung des Ductus segmentalis umgewandelt werden. Der restliche Teil des Systems funktioniert für eine Weile als das exkretorische Organ. Die Vornieren-Anlage der hinteren Region entwickelt sich nicht über einen gewissen Punkt hinaus, sondern wird nur für die Entstehung des Segmentalganges verwendet. Die Vornierentubuli dürften sich demnach (Hatta) früher auf die Körpersegmente von der Branchial-Region bis zum Kloakengebiet erstreckt haben und wurden später im vorderen Gebiet durch die Kiemen ersetzt, im hinteren in den Ductus segmentalis verwandelt.

In den 2 vorderen, zur Kiemen-Region gehörigen Segmenten stehen die freien Enden der Röhrchen in inniger Verbindung mit dem Epiblast, der in diesem Gebiet aber keinen Anteil an der Bildung des Vornieren-Systems besitzt, während das hinterste Ende des Segmentalganges gegen den Epiblast streicht und offenbar Zellen von ihm aufnimmt. Hatta schließt daraus, daß alle Tubuli einst je 1 unabhängige äußere Öffnung hatten, bis sie untereinander durch den Segmentalgang (intersomitischen Gang) vereinigt wurden.

Die viszerale Lage des Nephrotoms wird medianwärts ausgestülpt und bildet zeitweilig eine Reihe von Segmentaltaschen auf jeder Seite unter der Chorda, die sich dann wieder glätten dadurch, daß eine mit der anderen zusammenfließt. Diese Reihe von Taschen deutet Hatta als Relikt von primitiven Segmentalzölomen. Sie geben den Gonaden und der Urniere ihre Entstehung.

Der primäre Mesoblast ist demnach (nach Hatta) in 2 scharf getrennte Teile geschieden, (1) in die größere, segmentierte, proximale Partie, die sich in das Skleromyotom und das Nephrotom gliedert, und (2) in eine kleine distale, unsegmentierte Partie, die einfach die peritoneale Auskleidung bildet.

Die Vornierengefäße erhalten ihre endgültige Form in *viel späteren Stadien*. Sie haben intersomitische Lage, ihr hinterer Teil wird in 1 Paar Glomeruli der Vorniere umgewandelt.

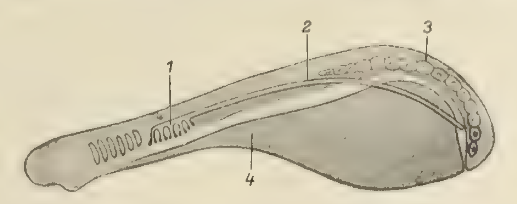
Die Urniere beginnt sich natürlich erst später, nach dem Beginn der Vornierenentwickelung anzulegen.

Bei *Embryonen von 7 bis 9 Millimeter Länge* ist hinter der Vorniere noch keine Spur der Urniere ersichtlich (Figur 444 bis 446).

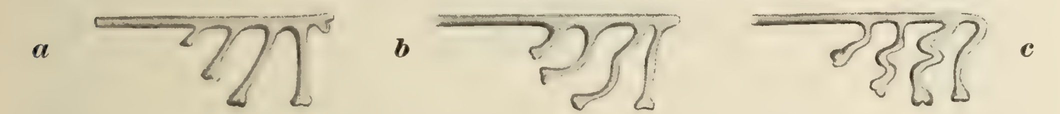


Figur 443. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Modell der Vorniere einer 12 Millimeter langen Larve*, ***a*** von unten, ***b*** von oben, ***c*** linke Vorniere von links, ***d*** rechte Vorniere von rechts gesehen. (*1*) Aorta; (*2*) 1ter, (*3*) 2ter Nephrostom-Trichter; (*4*) Glomerulus; (*5*) 3ter, (*6*) 4ter, (*7*) 5ter Nephrostom-Trichter; (*8*) Sammelgang. (Nach Inukai)

Erst *wenn die Larven das Nest verlassen* und in die Erde des Gewässergrundes oder in den Schlamm gehen (bei einer Länge von etwa 12 Millimeter), beginnt sie in Erscheinung zu treten. Bei *jungen Tieren* finden sich Urnierenröhrchen vom 7ten bis 9ten Segment hinter der Vorniere bis zum 12ten Segment auf beiden Seiten. Hinter ihnen werden zunächst auf kurze Strecken neue Tubuli gebildet, welches Rückwärts-Weiterwachsen der Urniere bis zum Eintritt der Metamorphose (bei einer Größe von etwa 17 Millimeter) andauert. Zugleich nimmt sie aber an ihrem Vorderende ab, so daß beim *erwachsenen Petromyzon marinus* Linnaeus ein Zwischenraum von zumindest 32 statt 7 Segmenten zwischen Vor- und Ur-Niere besteht, während die Urniere dann bis auf eine kurze Strecke vor dem After reicht. Die Atrophierung des Vorderendes hält ungefähr gleichen Schritt mit dem Zuwachs am Hinterende.



Figur 444. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *schematischer Sagittalschnitt zur Veranschaulichung der Verhältnisse der Vorniere, ihrer Gänge und der Genital-Organe zu den anderen Körperteilen* (Stadium 4). (*1*) Vorniere; (*2*) Vornieren-Gang; (*3*) Gonade; (*4*) Darm-Lumen. (Nach Wheeler)



Figur 445. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Rekonstruktion der Vorniere*, ***a*** *auf Stadium* 4 (Beginn der 7ten Periode nach Goette), ***b*** *auf Stadium 5*, ***c*** *auf Stadium 7*. Der 1te Vornieren-Kanal ist (in ***c***) obliteriert. Die Windungen der Tubuli in ***c*** liegen nicht alle in einer Ebene. (Nach Wheeler)



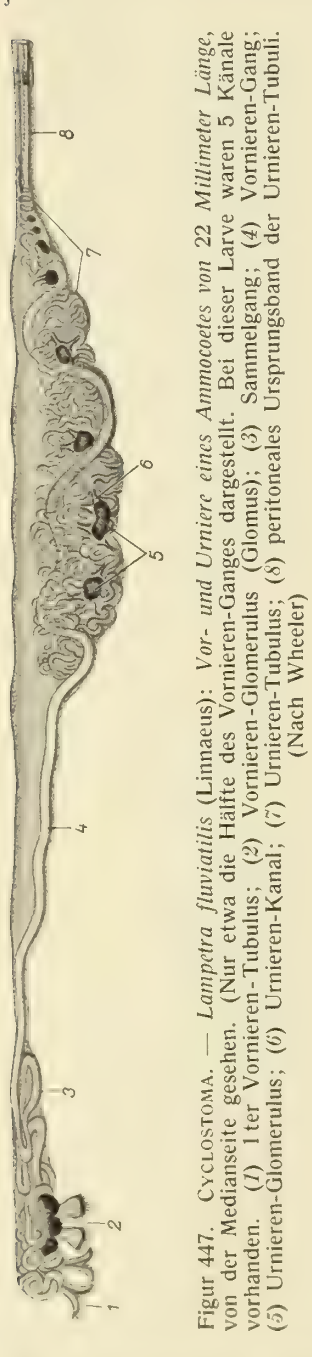
Figur 446. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): ***a*** *rechte Vorniere* einer 6,5 Millimeter langen, ***b*** *linke Vorniere* einer 9 Millimeter langen Larve. (Nach Inukai)

Die Urniere des *jungen Ammocoetes* ist also (nach Wheeler) nicht dasselbe Organ wie das *des alten* oder *des erwachsenen Petromyzon* Linnaeus, sondern ebenso *eine echt larvale Struktur* wie die Vorniere zeit ihres ganzen Bestehens. In der Urniere finden sich keinerlei Spuren von Metamerie.

Die Urniere besteht während ihrer Entwickelung aus 2 an jeder Seite der dorsalen Mittellinie herabhängenden Lappen, deren jeder in seiner Basis die erweiterte, mit Blutkörperchen angefüllte hintere Kardinalvene und an seinem Scheitel den Vornierengang enthält. Schmale Gefäße hüllen die Vornierengänge ein. Die Hauptursache der Vergrößerung der Nierenfalten, die auch den Anstoß zur Bildung der Urniere gibt, bildet das fettige lymphoide Gewebe.

Die Entwickelung der Urnierentubuli aus einer einfachen Anschwellung des Peritoneums zu dem bedeutend in die Länge gewachsenen, stark gewundenen Röhrchen mit erweitertem, blindem, dem Peritoneum benachbartem Ende ist aus den Figuren 445, 446

ersichtlich. Die Zellen des blinden Endes differenzieren sich in 2 Richtungen. Die einen flachen sich zur Auskleidung des Glomerulus (zur Bowmanschen Kapsel) ab, die anderen ordnen sich sehr regelmäßig zum schornstein- oder rohr-artigen Gang an und erhalten jede 1 Geißel. Der Glomerulus entspringt von großen, bleichen, retroperitonealen, eine Einwachsung darstellenden Zellen; die Höhlung dieser Einwachsungen sind die primitiven Lumina der Glomerularkapillaren. Mit dem Eintreten von Blutkörperchen und Plasma in sie ist die Zirkulation in Gang gebracht. Das dem Tubulus seinen Ursprung gebende, verdickte Peritoneum verflacht zu dieser Zeit wieder und unterscheidet sich nicht mehr von der übrigen Umkleidung des Nierenlappens, in dem sich nun auch Pigment ablagert. Das peritoneale Band von Kernen, das den Urnierentubuli ihren Ursprung gibt, nennt Wheeler danach Urnierenband (Figur 447). Es ist bei *älteren Larven* stets hinten im Anschluß an die bereits ausgebildete Urniere zu sehen. Auch ein Beweis dafür, daß aus ihm die Urnierentubuli gebildet werden.



Figur 447. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Vor- und Urniere eines Ammocoetes von 22 Millimeter Länge*, von der Medianseite gesehen. (Nur etwa die Hälfte des Vornieren-Ganges dargestellt. Bei dieser Larve waren 5 Känale vorhanden. (*1*) 1ter Vornieren-Tubulus; (*2*) Vornieren-Glomerulus (Glomus); (*3*) Sammelgang; (*4*) Vornieren-Gang; (*5*) Urnieren-Glomerulus; (*6*) Urnieren-Kanal; (*7*) Urnieren-Tubulus; (*8*) peritoneales Ursprungsband der Urnieren-Tubuli. (Nach Wheeler)

Der Übergang des bereits entwickelten Urnierenteils zum noch unentwickelten ist oft sehr scharf (Figur 447). Die Urniere zeigt Unterschiede in ihren Beziehungen zur Vorniere, in der Entwickelung der Glomeruli in verschiedenen Gebieten und schließlich Unterschiede in den Tubuli.

Die Beziehungen der Vorniere zu ihr sind im vordersten Teil des Organs nicht sehr scharf ausgesprochen. Der beide verbindende Gang verläßt die Vorniere über dem Herzen, macht einige Schlingen, zieht eine Strecke nach hinten und steigt dann längs der Kante des Urnierenlappens abwärts bis zur Region der gewundenen Urnierentubuli, wo er, wellig werdend, bald dorsal, bald ventral von der Masse der Tubuli und ihrer Glomeruli zu liegen kommt, bis er das Hinterende des entwickelten Urnierenteils erreicht, von wo er gerade zur Kloake zieht. Er behält diesen hinteren geraden Verlauf auch bei, wenn sich die hinteren Tubuli entwickeln, ebenso auch beim alten Tier.

Die Glomeruli haben so wie in der Vorniere ihre Lage an der medialen Oberfläche des Urnierenlappens, gewöhnlich nahe ihrer ventralen Kante. Im vordersten Teil sind sie rund oder elliptisch, mit 2 oder mehreren Kanälen; gelegentlich verschmelzen 2 Glomeruli miteinander. Dann folgen langgestreckte, zum Teil strickähnliche Glomeruli wechselnd mit isolierten, rundlichen.

Im hintersten Urnierenteil finden sich wieder isolierte Glomeruli. Da bei *älteren Ammocoetes* und beim *erwachsenen Petromyzon* Linnaeus bloß 1 langer, ununterbrochener Glomerulus besteht, schließt Wheeler, daß die hinteren, isolierten Glomeruli miteinander und mit dem langen, vor ihnen befindlichen Glomerulus verschmelzen, während die isolierten Glomeruli des Vorderteils während des weiteren Wachstums *des Ammocoetes* der Atrophie anheimfallen.

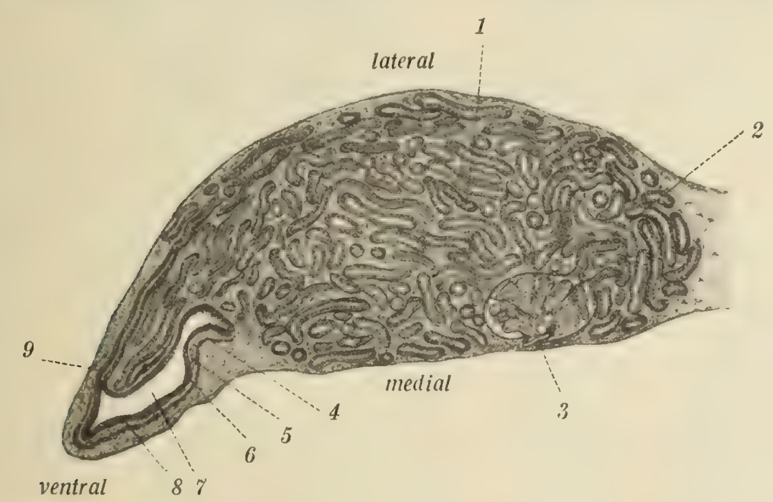
Der Durchmesser der Tubuli nimmt vom Beginn der Urniere gegen hinten zu bei *jungen Ammocoetes-Larven* allmählich ab. Seine Größe beträgt im vordersten Abschnitt etwa $^{2}/_{3}$ bis $^{3}/_{4}$ des Durchmessers der Vornierentubuli, im hintersten jedoch nicht mehr als $^{1}/_{3}$ bis $^{1}/_{4}$. Die Vornierenröhrchen haben in der ganzen Urniere bilaterale Struktur, auch beim *erwachsenen Petromyzon marinus* Linnaeus. Auch die Öffnung der Tubulirohre ist 2-lappig.

So wie die der Vorniere haben auch die Urnierenröhrchen eine leichte Einschnürung gerade über der Mündung, so daß diese glockenförmig wird. Diese Einschnürung wird *mit zunehmendem Alter* immer stärker. Da der Größenunterschied zwischen vorderen

und hinteren Tubuli nur Folge ihrer verschiedenen Entstehungszeit, also ihres *verschiedenen Alters* ist, verschwindet er mit dem Heranwachsen der hinteren Tubuli immer mehr.

Die Hauptunterschiede der Urniere von *Ammocoetes* gegenüber der *des erwachsenen Tieres* ergeben sich kurz im folgenden:

Ursprünglich liegt die Urniere in dem engen Ventralteil der Nierenfalte dorsal vom Vornierengang, in den sich die Tubuli öffnen. Mit dem Heranwachsen der sich zugleich in Windungen legenden Tubuli werden die Zwischenräume zwischen ihnen mit Blutgefäßen gefüllt und sie füllen immer mehr zunächst die ventrale Hälfte des Nierenlappens. Beim *erwachsenen Tier* nehmen sie auch dessen ganzen Dorsalteil ein und wachsen so stark in die Länge, daß ihre dicht aneinandergelegten Windungen bloß sehr enge Zwischenräume für die Blutkapillaren und das Pigment lassen. Auch im Gebiet zwischen Glomerulus und Gang nimmt das Wachstum der Windungen zu.



Figur 448. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Niere.* (*1*) Mittelstück; (*2*) Anfangsstück des Harn-Kanälchens; (*3*) Glomus; (*4*) Muskulatur des Harn-Leiters; (*5*) Propria; (*6*) Epithel von (*4*); (*7*) Harn-Leiter; (*8*) Einmündung des Harn-Kanälchens in (*7*); (*9*) Endstück des Harn-Kanälchens. Oben ist lateral, unten medial, links ventral. (Nach Krause)

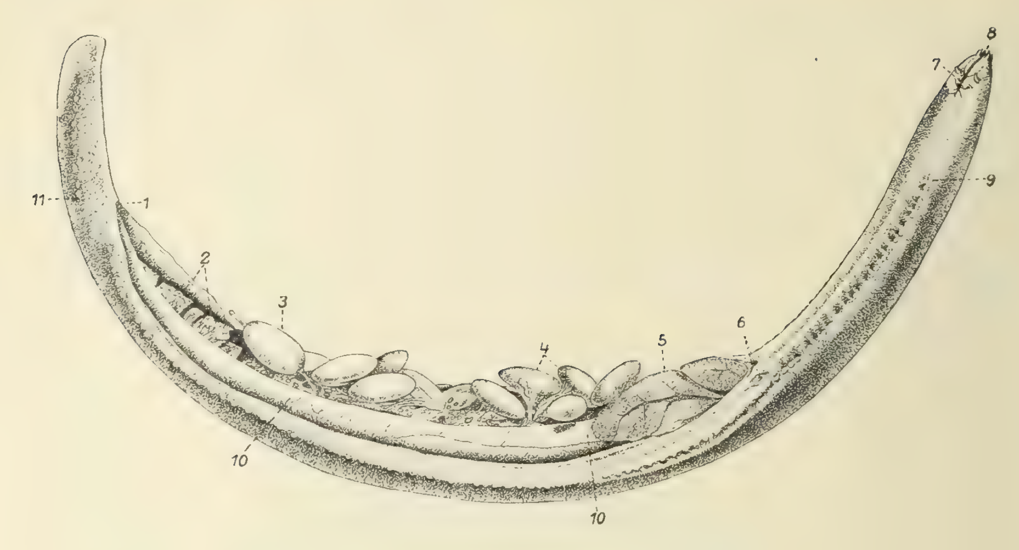
Beim *erwachsenen Tier* besteht der Tubulus aus 3 Teilen: dem bewimperten Rohr, dem drüsigen, gedrehten Teil und dem sich in den Vornierengang öffnenden Endstück, das mehreren Tubuli gemeinsam sein kann. Die Endstücke laufen parallel miteinander im äußeren, ventralen Teil des Lappens, das heißt an der Seite der Myotome und öffnen sich dicht aneinander an der äußeren oder lateralen Oberfläche des Vornierenganges.

Die Zahl der Röhren eines *erwachsenen Tieres* ist sichtlich nicht größer als beim *jungen Ammocoetes.*

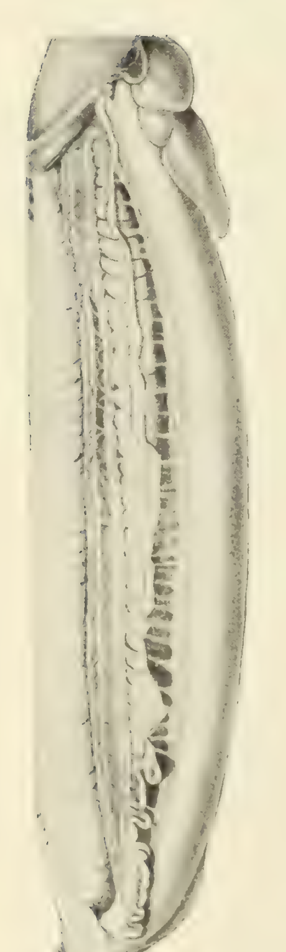
Die Rohr-Zellen sind hoch-säulenförmig und unterscheiden sich scharf von den mehr kubischen des drüsigen Teiles, während das Epithel des Endteiles aus bleicheren und noch flacheren Zellen besteht.

Gonaden der Myxiniden

Die Geschlechts-Organe der Myxiniden bestehen aus einem longitudinalen, etwas gelappten Mesenterium, das in der Leibeshöhle rechts von den Eingeweiden entlang zieht. In ihm sind ziemlich zahlreiche verschieden große Eier, also *Eier auf verschiedenen Entwickelungs-Stufen* eingeschlossen. Man kann zu gleicher Zeit Eier finden, die mit freiem Auge kaum sichtbar sind, bis zu solchen von Stecknadelkopfgröße und wieder andere, die 10 und mehr Millimeter Größe besitzen. Von *diesen größeren Eiern* ist (nach Retzius) meist nur eine geringere Anzahl, etwa 10 bis 15 vorhanden. Demgegenüber zeigt der hinterste Teil des Mesenteriums einen vollständig verschiedenen Aufbau. Er enthält *keine Eier mehr,* ist noch stärker gelappt und hat körniges oder höckeriges Aussehen. Unter dem Mikroskop findet man an Stelle der Eier



Figur 450.



Figur 449.

Figur 449. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma burgeri* (Girard): *Hoden des erwachsenen Tieres.* (Nach Dean)

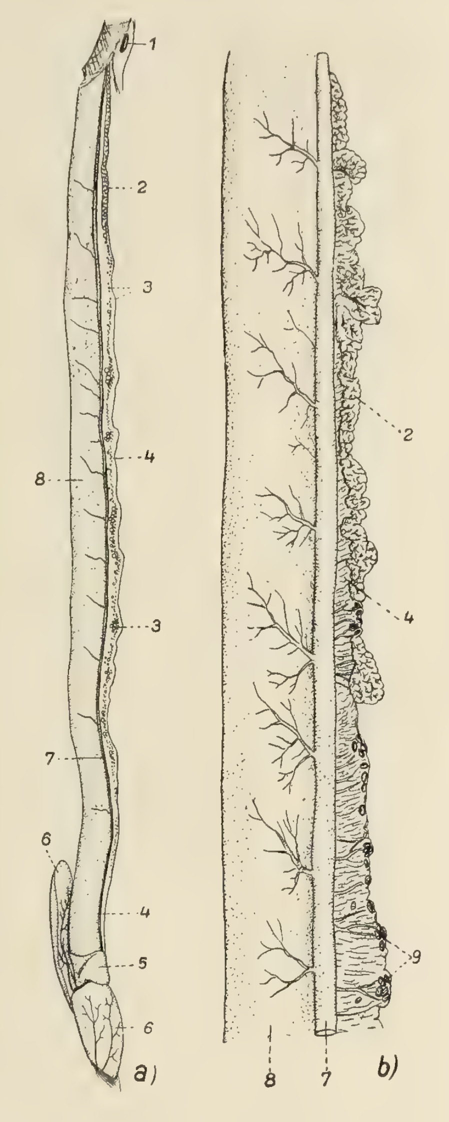
Figur 450. CYCLOSTOMA. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *mit geöffneter Leibeshöhle.* Schräg von links unten gesehen. (*1*) Kloaken-Öffnung; (*2*) Lappen des sogenannten Mesorchiums (männliches Organ); (*3*) großes, nahezu reifes Ei mit dicker horniger Schale und hornigen Anhängen an beiden Enden, deren vorderes noch an das Mesovarium festgeheftet ist; (*4*) jüngere, weniger reife Eier im Mesovarium; (*5*) Leber; (*6*) äußere Kiemen-Öffnungen; (*7*) Mund-Öffnung; (*8*) Nasen-Öffnung; (*9*) Öffnungen der vordersten Schleim-Drüsen der Haut; (*10*) Darm-Kanal; (*11*) Öffnungen der hintersten Gruppe der Haut-Schleimdrüsen. (Nach Retzius)

Bläschen und Kapseln. Sie enthalten ein Anzahl von Zellen, von denen manche in Teilung begriffen sind. Cunningham hat die Ansicht ausgesprochen, daß wir es *hier mit dem männlichen Organ* zu tun haben, *daß die Myxiniden also Hermaphroditen seien.* Nach ihm hat Fridtjof Nansen sich weiter ausführlich mit dieser Frage beschäftigt und festgestellt, daß es *sich dabei um einen protandrischen Hermaphroditismus handele,* da er nahezu reife Spermatozoen und nur ganz wenig entwickelte Eier bei *jungen Individuen,* dagegen weiter entwickelte Eier und rudimentäre männliche Geschlechts-Organe bei *größeren, also älteren Individuen* gefunden hatte. Nach seinen Beobachtungen *sind also die jungen Myxiniden als vorwiegend männlich, die älteren als vorwiegend weiblich zu bezeichnen.* Daneben fand er *aber auch vollständig männliche Tiere.* Retzius *bestätigt die Ansicht von dem Hermaphroditismus der Myxiniden,* ohne jedoch zu den anderen von Nansen aufgerollten Ansichten endgültig Stellung zu nehmen.

Eine Bewegung der von Nansen beobachteten Spermatozoen konnte bisher weder von ihm noch von anderen festgestellt werden.



Figur 451. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Querschnitts-Teil durch das männliche Organ eines männlichen Hermaphroditen.* (*1*) Follikel-Epithel; (*2*) Testikularkapsel mit Spermatiden und Spermatozoen; (*3*) mit Spermatozyten, 2tes Stadium; (*4*) mit Spermatozyten, 1tes Stadium; (*5*) mit losen Spermatozyten; (*6*) mit Spermatozyten, 4tes Stadium; (*7*) mit Spermatozyten, 6tes Stadium; (*8*) mit Spermatozyten, 5tes Stadium; (*9*) mit Spermatiden; (*10*) mit Spermatozyten, 3tes Stadium. Die Entwickelung geht also von (*4*) über (*3*), (*10*), (*6*), (*8*), (*7*) nach (*5*), (*9*) und (*2*). (Nach Nansen)



Figur 452.

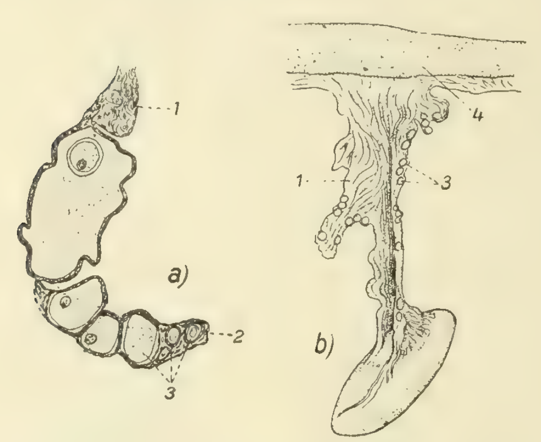
Figur 452. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Genitalorgane.* ***a*** *Ovarium eines ganz jungen Tieres,* ***b*** *hinteres Ende eines Genitalbandes eines großen Tieres.* (*1*) Anus; (*2*) Testis-Band; (*3*) Eier; (*4*) Mesovarium; (*5*) Gallen-Blase; (*6*) Leber; (*7*) Supraintestinalvene; (*8*) Darm-Kanal; (*9*) degenerierte Eier (»braune Körper«). (Nach Le Roy Conel)

Entsprechend diesem Bau des Mesenteriums wird dessen vorderer, die Eier enthaltender Teil auch als Mesovarium, der hintere Abschnitt dagegen als Mesorchium bezeichnet.

Eine Anzahl von älteren Autoren (darunter Wilhelm Müller) *beschreiben im Gegensatz dazu völlig eingeschlechtliche Tiere* und geben auch Einzelheiten, die die beiden Geschlechter voneinander unterscheiden; zum Beispiel, *daß die weiblichen Individuen größer und viel häufiger als die männlichen seien.*

Nach Cunninghams Untersuchungen werden die Eier an dem freien, von einem dünnen Epithel bedeckten Rand des Ovariums *in ähnlicher Weise wie bei den Vertebraten* erzeugt und nach ihrer Trennung durch einen

aus einer bindegewebigen Kapsel und einem Follikel-Epithel bestehenden Follikel umgeben. *Während ihres weiteren Wachstums*, das infolge Dotteranhäufung erfolgt, lagern sie sich immer weiter gegen den inneren Anheftungsrand *des Ovariums*, dem die größten und ältesten am meisten genähert sind. Die bindegewebige Hüllmembran ist dick und von Blutgefäßen durchzogen. Das Follikel-Epithel innerhalb dieser Kapsel besteht aus mehreren Schichten länglicher Zellen, deren Achsen perpendikulär zur Oberfläche liegen. Innerhalb dieses Epithels liegt die erst bei *älteren Ei-Stadien* auftretende, nur aus einer Schicht bestehende Membrana vitellina, die in unmittelbarem Kontakt mit der Ei-Substanz selbst ist. An dem einen Pol befindet sich die Keimscheibe mit dem Keimbläschen, während der übrige, weitaus größte Teil des Eies von Dotter erfüllt ist. Die Ei-Membran ist am Keimpol durch die Mikropyle durchbrochen.



Figur 453. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *a Schnitt durch kleine Eier, b großes Ei.* (*1*) Mesovarium; (*2*) distaler Mesovarial-Rand; (*3*) Eier; (*4*) Darm-Kanal. (Nach Le Roy Conel)

Nach den Beobachtungen Wilhelm Müllers sind *die reifen, abgelegten Eier* durch den Anker-Apparat zu einer Kette verbunden, indem die Enden der Hornfäden jedes Eies zwischen die des nächsten greifen und dadurch die einander zugekehrten Pole je zweier Eier verbinden.

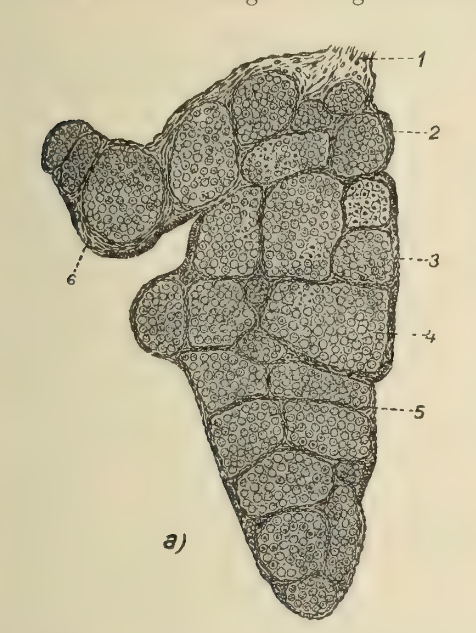
In der neuesten Zeit hat Le Roy Conel Untersuchungen über *die Geschlechts-Organe der Myxiniden* gemacht, denen folgendes zu entnehmen ist.

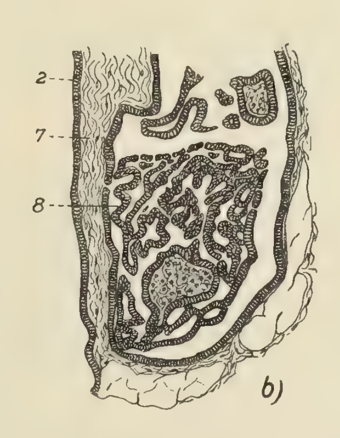
Die weiblichen Geschlechts-Organe von Myxine zeigen nach seinen Beobachtungen übrigens ziemliche Variabilität, weshalb die folgende, auf seine Untersuchungen gestützte Beschreibung nicht mit allen Einzelheiten allgemeine Gültigkeit hat.

Das einfache Ovarium liegt auf der rechten Seite und erstreckt sich von der Region der Gallenblase zum Hinterende der Leibeshöhle, in der es durch ein einzelnes, längs seines proximalen Randes an das Mesenterium zur rechten der Kardinalvene angeheftetes Mesovarium befestigt ist. Bei *jungen Tieren* hat es vollständig glatte Oberfläche, bei *älteren, mit stärker ausgebildeten Eiern* wird es transversal gefaltet, nur sein distaler Teil nimmt an dieser Faltung nicht teil, sondern bleibt glatt, wodurch die 2 Ränder viel kürzer werden als der übrige Teil. Dies bewirkt eine laterale Ausbuchtung des Mesovariums. Durch das Gewicht der *heranwachsenden Eier* wird das Mesovarium an den Aufhängestellen strangartig ausgezogen. Diese Stränge zeigen manchmal sogar Knoten. Die Eier nehmen selten mehr als den distalen Teil des Mesovariums ein. Niemals erstrecken sie sich bis zu seinem proximalen Rand. Die kleinsten Eier sind immer distal, die größten am proximalsten. *In jedem Weibchen mit normalen Eiern* finden sich Eier aller Größen bis zu 2 Millimeter. Bei Tieren, die größere als solche Eier haben und bei welchen sich keine Corpora lutea mehr finden, sind die größeren Eier alle etwa von einer Größe ohne Zwischenstufen zwischen ihnen und den

2 Millimeter langen. Dies spricht dafür, daß mit der Erreichung dieser Größe durch eine Anzahl von Eiern die Weiterentwickelung der anderen zugunsten dieser unterbrochen wird.

Die Eier sind zunächst rund und werden erst bei einer Länge von $1^1/_2$ Millimetern oval. Sie werden zwischen den 2 Peritoneal-Lagen des Meso variums entwickelt. Zugleich mit der Annahme der ovalen Gestalt springen ihre spitzen Enden über ihre Anheftungsstelle vor. Ungefähr längs des ganzen durch Eier besetzten Mesovariums finden sich bei *allen erwachsenen Weibchen* zahlreiche braune, ovale Körperchen, die mit zunehmendem Alter häufiger werden. Es sind die in der Entwickelung zurückgebliebenen degenerierten Eier und deren Hüllen; hier und da finden sich auch Zwischenstufen zwischen beiden. Ihre braune Farbe wird wohl durch die Reste des Dotters im Innern hervorgerufen.





Figur 454. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: ***a*** *Querschnitt durch das Testis-Band eines jungen Tieres* am Hinterende des Mesovariums, ***b*** *Hinterteil des Testis-Bandes eines großen Tieres.* (*1*) Mesorchium; (*2*) Säulen-Epithel; (*3*) schuppiges Epithel; (*4*) Hoden-Follikel; (*5*) Scheide der Stroma-Zellen um die Hoden-Follikel; (*6*) Stroma-Zellen; (*7*) Bindegewebe; (*8*) Wand des Säulen-Epithels. (Nach Le Roy Conel)

Längs des hinteren Mesovarialabschnittes findet sich ein schmales Band von Hodenlappen, die sich bei *älteren Tieren mit normalen Eiern* auch nicht in Spuren erkennen lassen. Das Testisband besteht aus einer großen Menge von Stroma-Zellen, in die zahlreiche primitive Keim-Zellen eingebettet sind. Die Anheftung an den Darmkanal erfolgt durch das hier zum Mesorchium gewordene Mesovarium. Hier und da findet man auch noch Follikel mit einer Anzahl von Spermatogonien. Mitotische Figuren konnte Conel nirgends feststellen. Bei *älteren Tieren* werden die Follikel zahlreicher und enthalten mehr Spermatogonien, die Stroma-Zellen sind weniger zahlreich, das die Hodenmasse umgebende Epithelium ist dicker und biegt sich an verschiedenen Stellen einwärts, wodurch das Hodenband in Lappen geteilt wird. Conel konnte feststellen, daß bei *einzelnen Exemplaren* das 1-schichtige Epithel, das das ganze Hodenband einhüllt, an einzelnen Stellen in ein Zylinder-Epithel verwandelt wird; dadurch, daß die langen, spindelförmigen Zellen der Mesorchialscheide verkürzt und pallisadenförmig

angeordnet werden. Dies kann soweit fortschreiten, daß die ganze Mesorchialscheide in solch ein Säulen-Epithel umgewandelt wird. Eine histologische Untersuchung solcher Hodenbänder, die ganz einheitliche Struktur haben und nicht gelappt sind, zeigt, daß sie den Hodenbändern *jüngerer Myxinen* oder *Bdellostoma* Johannes Müller nicht mehr ähneln. Im Querschnitt keilförmig, weisen sie 3, einen zentralen Kern von Stroma besitzende Keimlappen auf, die durch tiefe Einschnitte in den Seiten hervorgerufen werden. Dieses Stroma hat sich vollständig in Bindegewebe umgewandelt, das zahlreiche Blutkapillaren enthält. Nirgends finden sich Spuren von primitiven Keim-Zellen oder Follikeln. An der Basis des Bandes ist ein gewundener, bindegewebiger Strang sichtbar von derselben Dicke wie das das Band umgebende Säulen-Epithel, der an manchen Stellen in dieses Epithel übergeht. Diese Hodenbänder sind also vollständig steril geworden. Es handelt sich dabei *um alte Tiere*, wie auch aus anderen Merkmalen zu ersehen ist.

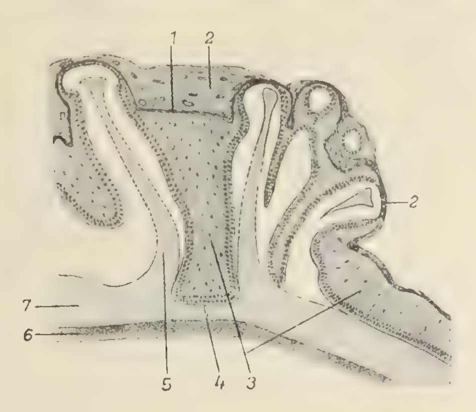
Conel zieht aus diesen Befunden den Schluß, daß auch *Myxine* Linnaeus kein protandrischer Hermaphrodit, sondern, wie *Bdellostoma* Johannes Müller, getrenntgeschlechtlich ist. Auch Schreiner spricht auf Grund der Untersuchungen von 2500 Tieren die Meinung aus, daß *Myxine* Linnaeus getrenntgeschlechtlich sei.

Die weiblichen Geschlechts-Organe von *Bdellostoma* Johannes Müller gleichen denen von *Myxine* Linnaeus bis auf geringere Einzelheiten sehr stark, doch finden sich niemals Hodenlappen in irgendeinem Teil des Mesovariums, auch nicht im hinteren Teil, so wie sich auch *keine weiblichen Elemente bei männlichen Tieren* vorfinden; auch nicht Spuren davon, daß früher solche drinnen vorhanden gewesen wären.

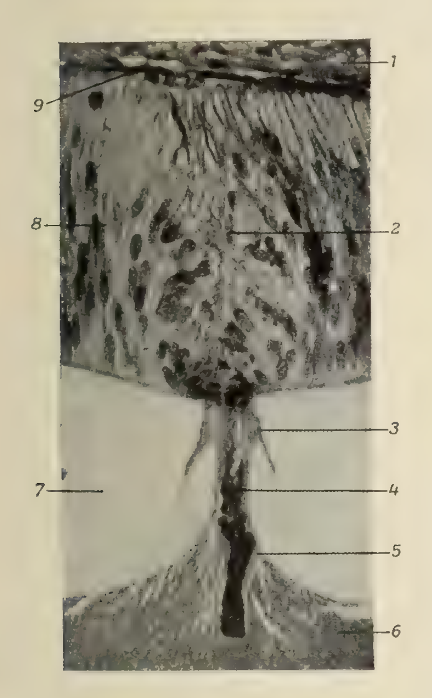
Das bei allen Tieren von *Bdellostoma* Johannes Müller sehr ähnliche, sehr zarte Mesorchium erstreckt sich von der Gallenblasen-Region zum Hinterende der Leibeshöhle. Über dem Vorderende ist es eigentlich nur eine Linie längs der dorsalen Darmoberfläche, die es gegenüber dem Hinterende der Gallenblase verläßt, um allmählich in das Mesenterium zu seiner endgültigen Stellung herabzusteigen. Bei *den meisten Männchen* enthält es keine Geschlechtselemente im vorderen und mittleren Teil, sondern die Hauptmasse der Hodenlappen ist in der Regel an seinem Hinterende angesammelt, wo sie eine große Anzahl dicht zu einem Band gehäufter Lappen bilden. Bei *älteren Tieren* ist das Hodenband, das immer ein körniges Aussehen besitzt, länger und dicker und viel stärker gefaltet

Figur 455. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Testis-Band eines Männchens* in der geöffneten Leibeshöhle. (*1*) Mesorchium; (*2*) Leber; (*3*) Darm-Kanal; (*4*) Anus; (*5*) Testis-Band; (*6*) Urnieren-Gang. (Nach Le Roy Conel)

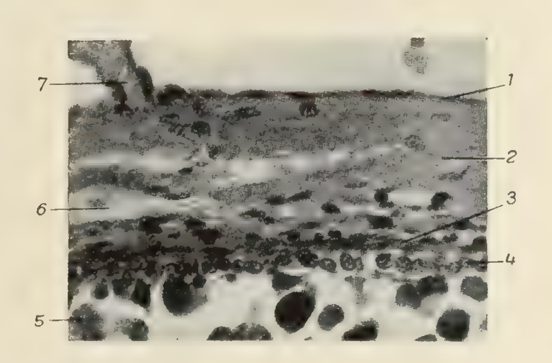
als bei *jüngeren*. Im feineren Bau zeigt sich sehr große Übereinstimmung mit dem männlichen Organ von *Myxine* Linnaeus. Es finden sich dicht beieinander alle Stadien der Mitose, manche Follikel enthalten Spermatozoen. Die Wand jedes Follikels wird durch eine einfache Lage von Stroma-Zellen und außer dieser durch 2 oder mehrere konzentrische Lagen von Bindegewebe gebildet, in denen Kapillaren verlaufen. Die primitiven Keim-Zellen sind auf den distalen Teil des



Figur 456. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *teilweise rekonstruierter Achsenschnitt eines fast laichreifen Ovarial-Eies.* (*1*) Membrana propria; (*2*) Bindegewebe; (*3*) Follikel-Epithel; (*4*) Mikropyle; (*5*) Anker-Faden; (*6*) Ei-Dotter; (*7*) Schale. (Nach Lyngnes)



Figur 457.



Figur 458.

Figur 457. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Achsenschnitt durch den animalen Pol eines Eies.* (*1*) Bindegewebe; (*2*) Achse, um die die Follikel-Zellen (*8*) spindelförmig angeordnet sind; (*3*) strangartiges Gebilde in der Schale; (*4*) Mikropyle; (*5*) Deckel; (*6*) Ei-Dotter; (*7*) Schale; (*8*) Follikel-Epithel; (*9*) Membrana propria. (Nach Lyngnes)

Figur 458. Cyclostoma. — *Myxine glutinosa* Linnaeus: *Schnitt durch die Ei-Kapsel eines 15 Millimeter langen Eies.* (*1*) äußeres Epithel; (*2*) Bindegewebe; (*3*) Membrana propria; (*4*) 1-schichtiges Follikel-Epithel; (*5*) Dotter; (*6*) Gefäß; (*7*) Mesovarium, woran die Ei-Kapsel befestigt ist. (Nach Lyngnes)

Bandes beschränkt, wo auch die Follikel kleiner und das Bindegewebe spärlicher ist. Nirgends findet sich als Begrenzung des Hodenbandes ein säulenförmiges Epithel, wie es bei *alten Myxinen* durch Conel festgestellt worden ist.

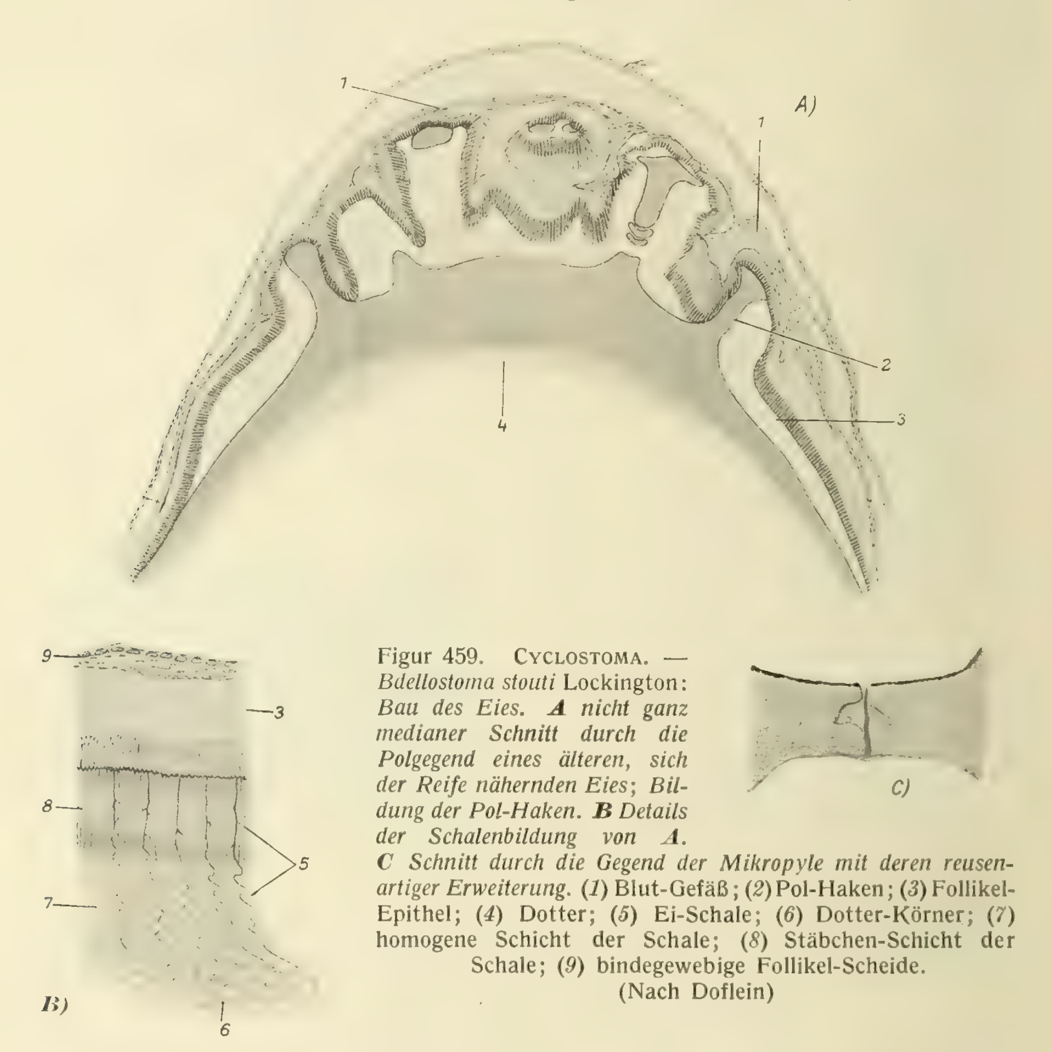
Bdellostoma Johannes Müller ist (nach übereinstimmender Ansicht der meisten Autoren, die sich mit diesen Fragen beschäftigt haben) ein getrenntgeschlechtliches Tier.

Bezüglich der Verhältnisse bei *Myxine* Linnaeus herrschen jedoch, wie ja wohl auch aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, noch sehr

starke Verschiedenheiten in den Auffassungen, die jedenfalls noch eingehende Untersuchungen und Beobachtungen notwendig machen.

Eier der Myxiniden

Die Eier der Myxiniden zeichnen sich durch ganz besondere Größe und eigenartige Form aus. Die Eier *der europäischen Art,* die freilich bisher nur außerordentlich selten gefunden worden sind, sind nach

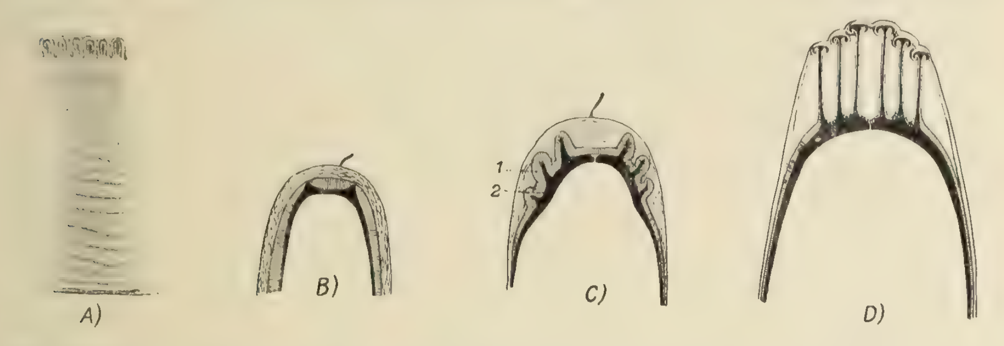


Figur 459. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Bau des Eies.* ***A*** *nicht ganz medianer Schnitt durch die Polgegend eines älteren, sich der Reife nähernden Eies; Bildung der Pol-Haken.* ***B*** *Details der Schalenbildung von* ***A.*** ***C*** *Schnitt durch die Gegend der Mikropyle mit deren reusenartiger Erweiterung.* (*1*) Blut-Gefäß; (*2*) Pol-Haken; (*3*) Follikel-Epithel; (*4*) Dotter; (*5*) Ei-Schale; (*6*) Dotter-Körner; (*7*) homogene Schicht der Schale; (*8*) Stäbchen-Schicht der Schale; (*9*) bindegewebige Follikel-Scheide. (Nach Doflein)

unseren bisherigen Kenntnissen etwa 14 bis 20 Millimeter lang, länglich oval, von rötlichgelber bis organgeroter Farbe, in einer harten, hornigen Schale eingeschlossen und besitzen an ihren beiden Enden einen hornigen Fortsatz, der aus einem Bündel dichter Fäden mit knopfartigem Ende besteht. Diese Endverdickung ist mit 4 Widerhaken versehen.

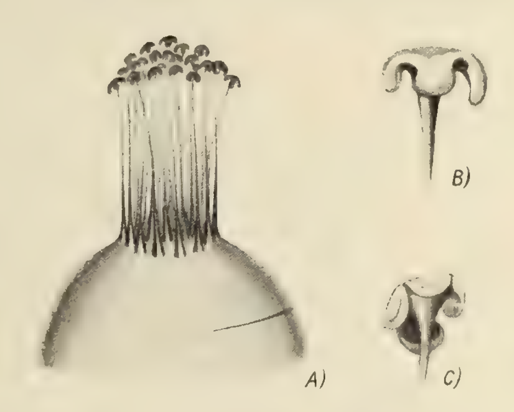
Der Hauptteil der Eier ist mit Dotter erfüllt. Mit dem einen der erwähnten Fortsätze sind sie am Rand des Gewebes des bereits geschilderten Mesovariums befestigt, hängen aber im übrigen frei in der Leibeshöhle. Im großen und ganzen ähnlich sind die Eier von *Bdellostoma* Johannes Müller, die (nach Dean) bohnen- oder wurst-förmige, im Durchschnitt ungefähr 22 Millimeter lange und 8 Millimeter breite, rötlichgelbe, in einer hornartigen Schale eingebettete,

bilateral-symmetrische Gebilde darstellen, die auf der einen Seite flach oder sogar etwas eingedrückt sind. Die durch das Ovarialfollikel gebildete Schale ist im Mittelteil am dünnsten, an den Enden am stärksten. Das eine Ende des Eies wird durch eine einzige polare, in ihrem Innern eine Erweiterung aufweisende Mikropyle durchbohrt und von einer Operkularfurche umgeben, die ein Abwerfen der oberen



Figur 460. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Ei. **A** Struktur der definitiven Ei-Schale. **B** bis **D** Entwickelung der Anker-Filamente.* (*1*) Granulosa; (*2*) Schale. (***A*** und ***B*** nach Dean, ***B*** und ***C*** nach Cunningham aus Dean)

Kappe des Eies zur Zeit des Ausschlüpfens ermöglicht. Die Erweiterung in der Mikropyle wird von Doflein als Receptaculum seminis aufgefaßt. Die Eier liegen, mit den »Ankerfilamenten« aneinander befestigt, in Trauben oder Klumpen beisammen. Der weitaus größte Teil des Eies wird auch hier vom Dotter erfüllt. Das Keimplasma, das auch den Kern enthält, liegt, nicht sehr scharf vom Dotter abgegrenzt, unmittelbar unter der Mikropyle in einem kleinen Hügelchen. Als dünner Mantel erstreckt sich das Keimplasma aber auch rund um die Dottermasse über die ganze Oberfläche des Eies. Das Ei ist also ausgesprochen telolecital.

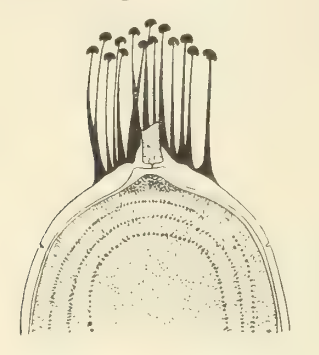


Figur 461. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Anker-Filamente. **A** vom animalen Pol eines reifen Eies*; ***B*** und ***C*** *distale Enden von Anker-Filamenten.* (Nach Dean)

Die 1te Schalen-Anlage *der Myxiniden-Eier* tritt an den Ei-Polen zwischen dem Follikel-Epithel und dem Eidotter in Form von 2 dünnen Kalotten in Erscheinung, die sich allmählich über das Ei weitererstrecken. Auch wenn sie fertig sind, sind sie an den Polen dicker als in der Mitte des Eies. Die Ankerfäden sind ein Sekretionsprodukt des Follikel-Epithels; sie werden wahrscheinlich hauptsächlich im Wasser nach der Ei-Ablage gestreckt.

Vom südafrikanischen *Bdellostoma hexatrema* Johannes Müller wurden aneinandergeheftete Eier aus dem Schlamm des Strandes gefunden, von denen 2 *auch Embryonen* enthielten. Die Ei-Schale besteht bei diesen von außen nach innen (1) aus der Säulenschicht (Zona striata), die aus farblosen Säulchen mit bräunlichen äußeren Enden besteht, (2) aus der geschichteten Zone und

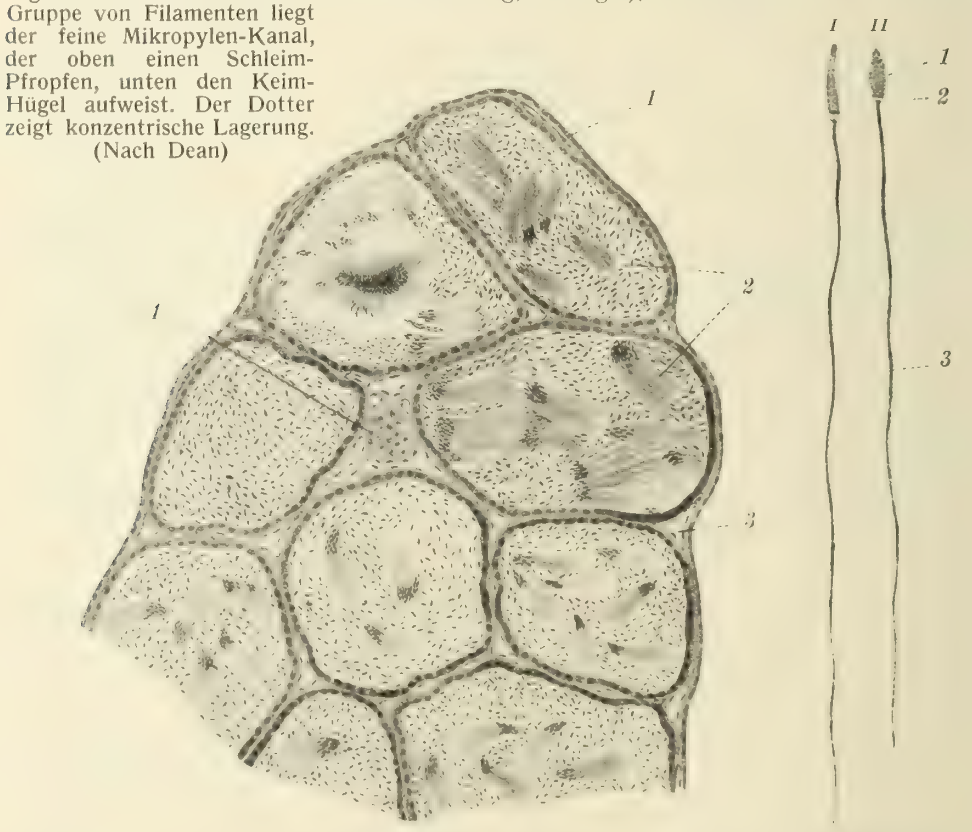
(3) aus der dünnen, leicht gefärbten homogenen Schicht. An der Oberfläche zeigen die Eier Papillen, die einer lokalen Verdickung der Schicht 2 entsprechen. Außerdem finden sich zahlreiche schmale Risse, wahrscheinlich Atemöffnungen in der Schale. In der Nähe der Längspole der Eier findet sich je 1 das Ei umziehender »Polarring« (bei *Bdellostoma stouti* Lockington nur einer). Die Ankerfilamente bestehen aus allen Lagen der Ei-Schale, die Anker selbst nur aus den beiden äußeren. Die Mikropyle ist kein einfacher Kanal, sondern hat eine rundliche Erweiterung im Inneren. Sie liegt in der innersten Schicht (Figur 459 C). Im Inneren mündet sie durch eine schornsteinähnliche Öffnung.



Figur 462. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *medianer Längsschnitt durch den animalischen Pol eines Eies.* Die Operkularkappe, ein Teil der Ei-Schale, wird durch die Operkulargrube oder Rille begrenzt. In der Mitte der Gruppe von Filamenten liegt der feine Mikropylen-Kanal, der oben einen Schleim-Pfropfen, unten den Keim-Hügel aufweist. Der Dotter zeigt konzentrische Lagerung. (Nach Dean)

Gonaden der Petromyzoniden

Das Ovarium der Petromyzoniden liegt dem Darm dorsal als eine Kappe auf. *Seine Eier* entwickeln sich entweder *schon während der Metamorphose* oder *erst im imaginalen Stadium* (siehe Entwickelung, Biologie), wobei das Ovarium den Darm



Figur 463. Figur 464.

Figur 463. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Hoden eines im April gefangenen Tieres.* (*1*) Serosa; (*2*) Follikel, mit Samenfäden prall gefüllt; (*3*) Blut-Gefäße; (*4*) aufgeschnittene Follikel-Wand und Samen-Mutterzellen. (Nach Krause)

Figur 464. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Samenfäden.* (*I*) reifes, (*II*) unreifes Spermium. (*1*) Kopf; (*2*) Verbindungsstück; (*3*) Schwanz. (Nach Krause)

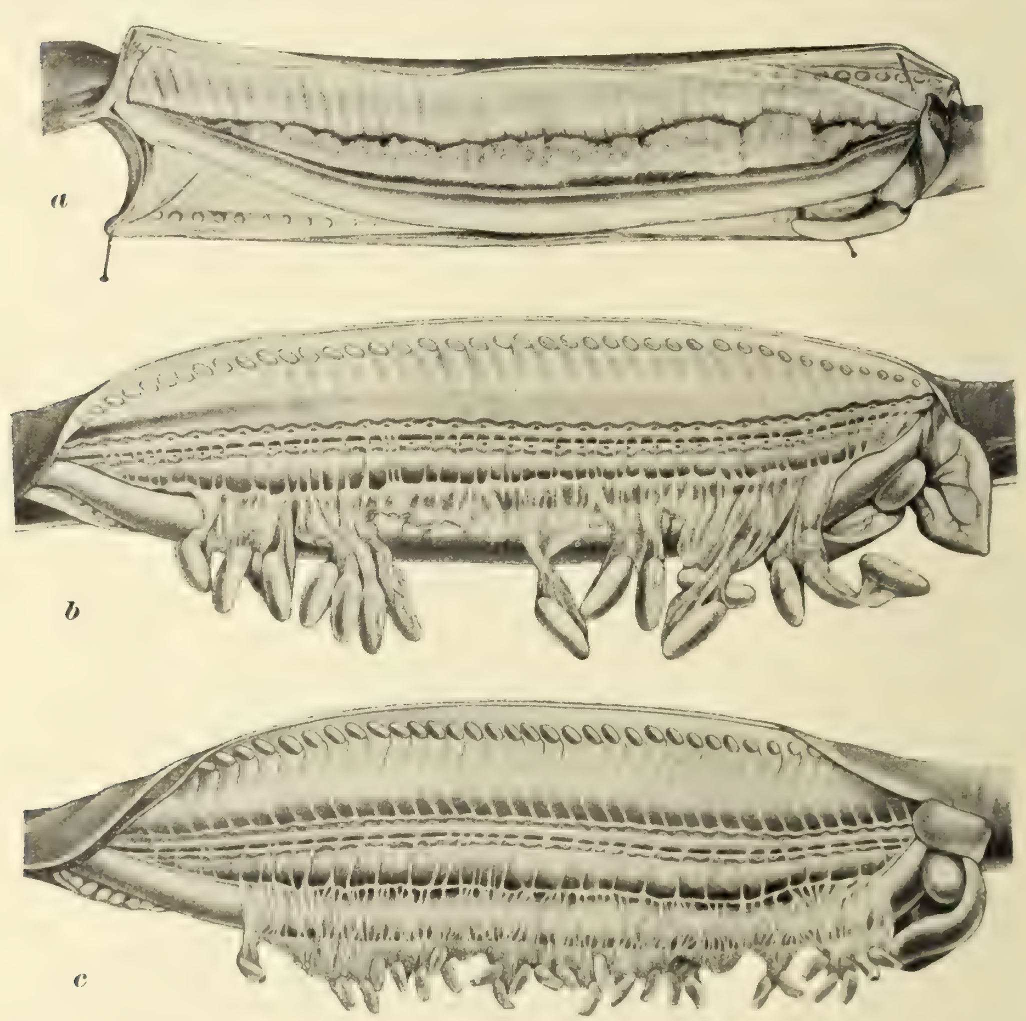
immer mehr umgreift. Es setzt sich aus Oozyten zusammen, die von einem 1-schichtigen Follikel-Epithel umgeben werden. Die Eier sind zunächst *im infantilen Stadium* von starken gefäßhaltigen Bindegewebssträngen (Zwischenläppchen) umgeben, die sie voneinander trennen und die allmählich mit fortschreitender Entwickelung des Ovariums verschwinden, bis schließlich *die reifen Eier* dicht aneinanderliegen. *Vor dem letzten Reife-Stadium* beginnt die Dotterablagerung im Ei, das alsdann von ungefähr ovaler oder vielmehr ellipsoider Form ist; am spitzeren Pol befinden sich Kern und Keimbläschen.

Figur 465. CYCLOSTOMA. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Spermien.* ***A*** *ganzes Spermium mit stabförmigem,* ***B*** *mit obstkernartigem Kopf und zahlreichen Protoplasma-Tröpfchen an der Geißel,* ***C*** und ***D*** *unregelmäßige, obstkernartige Köpfchen mit vorderem Geißel-Ende und Kopf-Borste.* ***E*** und ***F*** *Köpfe mit vorderem Geißel-Ende.* (*1*) Kopf-Borste; (*2*) Kopf; (*3*) Geißel; (*4*) (vermutliches) Verbindungsstück. (Nach Ballowitz)

Ähnlich ist auch der Hoden gebildet. Den Ei-Zellen und ihrem Follikel-Epithel entsprechen hier *die Hodenfollikel*, die gleichfalls durch gefäßführendes Bindegewebe zu Läppchen vereinigt werden.

Die Gonaden beider Geschlechter stellen also (nach Weißenberg) »ein unpaariges, durch Läppchenbildung vielfach zerklüftetes, gekräuseltes Band dar, das die Leibeshöhle fast in ihrer ganzen Länge durchsetzt und, von dem Urnieren-Fettkörper oder den Urnieren flankiert, in der Mittellinie ganz dorsal gelegen ist.«

Die Hodenfollikel sind völlig mit Zellen ausgefüllt, also solide, allseitig geschlossene, in ungedrücktem Zustand kegel- oder ei-förmige Säckchen, deren Wand von einem 1-schichtigen, dem Follikel-Epithel der Ei-Zellen homologen Epithel gebildet wird, *dem Hodenfollikel-Epithel.* Auch die Hoden bilden zunächst nur ein plattes Band oder einen medialen Teil oberhalb des Darms, wachsen aber dann immer näher an den schmäler werdenden Darm heran und zum großen Teil um ihn herum. In diesem Zeitpunkt erfolgen *die Reifeteilungen im Hoden.*



Figur 466. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma burgeri* (Girard): *Entwickelung des Ovariums und der Eier.* *a* Junges Weibchen; die größten Eier sind leicht zugespitzt an beiden Enden, alle kleineren rund. *b* Ausgewachsenes Weibchen mit reifen Eiern. *c* Weibchen kurz nach der Ausstoßung der Eier; jeder Ovarialfollikel ist an dem einen Ende gerissen. (Nach Dean)

Sowohl die Gonaden des Fluß- wie des Bach-Neunauges sind nur auf eine einzige Laichperiode eingerichtet. Nach dieser bleiben keinerlei Stamm-Zellen von Keim-Zellen, sondern *nur Hüll-Zellen* in ihnen zurück.

Spermatozoen der Petromyzoniden

Am Spermium von *Lampetra fluviatilis* Gray ist ein Kopf- und ein Geißel-Abschnitt zu unterscheiden. Die Geißel ist ziemlich lang, gleichmäßig dick und hat kein scharf abgesetztes Endstück. Wenn das Spermium noch

nicht ganz reif ist, finden sich an ihm zahlreiche Protoplasmatröpfchen von verschiedener Größe. Der Kopf besitzt entweder die Form eines nach vorn etwas verjüngten, nach hinten manchmal bauchig angeschwollenen Stäbchens oder einer stumpfen Nadel, oder er ist unregelmäßig, entweder gedrungen-obstkernartig oder in die Länge gestreckt und vorn in eine kegelartige Spitze ausgezogen oder schließlich kugelrund. Er besitzt am Vorderrand ein sehr kleines spitzes Stück. Nur bei Spermien mit unregelmäßigem oder rundem Kopf findet sich auch ein Verbindungsstück, das auch verschiedene Formen besitzen kann. Auf dem dem Geißelansatz gegenüberliegenden Vorderrand des Kopfes liegt die Kopfborste (nach Ballowitz), durch die das Spermatozoon *der Petromyzoniden* eine ganz besondere, eigene Beschaffenheit erhält; sie ist ein äußerst feiner, langer, gleichmäßig dicker Faden, der etwa 3 bis 4-mal so lang wie der Kopf ist und ungefähr ein Drittel der gesamten Länge des Spermiums bildet. Er hat keine Widerhaken oder irgendwelche anderen Anhänge. Sehr oft hat diese Kopfborste auch zahlreiche kleinste, feinste Verdickungen, die vielleicht auf ihren klebrigen Charakter hindeuten. Sie dringt in das Kopfinnere ein, durchzieht den Kopf der ganzen Länge nach und setzt sich scheinbar mit der Geißel in Verbindung.



Figur 467. Cyclostoma. — *Bdellostoma polytrema* Girard. *Habitusbilder von Frühstadien von Eiern, die im Aquarium gelegt wurden.* ***a*** frisch gelegt; ***b*** nach Verlust der Anker-Filamente und Bildung der Protoplasma-Kappe am animalen Pol; ***c*** 3-tägiges Ei mit den »Terrassen«; ***d*** zu Beginn des 4ten Tages; ***e*** am 5ten Tag; ***f*** am 6ten Tag. (Nach Worthington)

Nach Ballowitz handelt es sich dabei auch um eine Vorrichtung, das Spermium an das Ei anzukleben.

Lubosch stellt fest, daß *das Neunaugen-, Bdellostoma- und Branchiostoma-Ei* hinsichtlich ihres Eireifungs-Typus eine gegen *die Gnathostomen* wohl abgegrenzte Gruppe bilden.

Entwickelung der Myxiniden

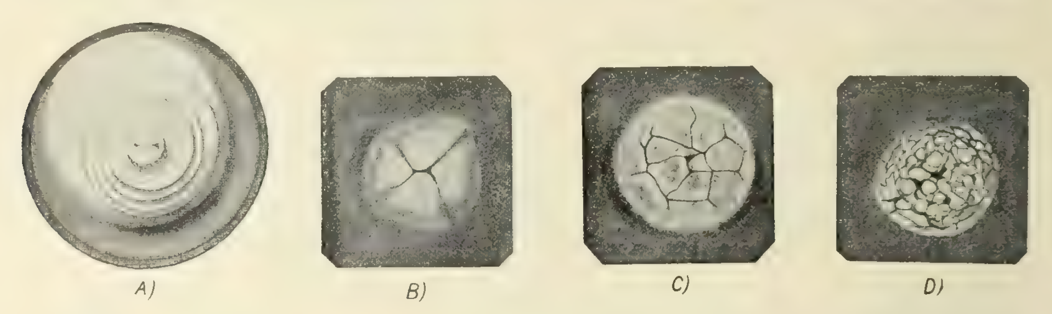
Von der Entwickelung der Myxiniden ist bisher nur sehr wenig bekannt geworden. Von der *der europäischen Art* weiß man überhaupt noch nichts und ist nur auf spärliche Vermutungen angewiesen; sie stützen sich auf die sehr seltenen Funde von *ein paar Tieren mit reifen Eiern*, die im Lauf der letzten Dezennien gemacht worden sind. Es ist möglich, daß die Eier außerhalb des mütterlichen Organismus befruchtet und auf lehmigen Boden abgelegt werden, auf dem, wie bestimmt bekannt ist, die Tiere eine Art von Nestern aus Schleim bilden. Doch sind noch niemals solche Nester mit Eiern gefunden worden. Erst einmal ist ein Tier beobachtet worden, das ein vollständig reifes, schon zur Ablegung bereites Ei in der Leibeshöhle besaß. Dieses Ei war überhaupt nicht mehr an dem Mesovarium befestigt.

Dagegen geben die über Jahre ausgedehnten, eingehenden Untersuchungen von Dean Aufschluß über die Entwickelungsvorgänge bei *Bdellostoma stouti* Lockington, und zwar in ziemlich geschlossener Reihe von den 1ten Furchungsvorgängen bis zur Erreichung der endgültigen Gestalt des erwachsenen Tieres, die ohne Durchlaufung eines Larvenstadiums, wie bei *den Hyperoartii* erlangt wird.

Die Befruchtung der Eier erfolgt wohl außerhalb des mütterlichen Organismus, entweder bei der Ei-Ablage oder unmittelbar nachher. Die Mikropyle ist so klein, daß nur ein Spermatozoon auf einmal eindringen kann.

Entwickelung von Bdellostoma

Die Entwickelung der Myxiniden ist typisch meroblastisch. (Wir haben eine partielle diskoidale Furchung, eine epibolische Gastrula, eine in die Länge gezogene Entwickelung und das Fehlen einer Metamorphose vor uns.)



Figur 468. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Segmentierungs-Stadien.* ***A*** Draufsicht auf den animalen Pol eines 2-Zellen-Stadiums. Das Keim-Plasma bildet eine domförmig erhobene, lichter gefärbte Masse. ***B*** 4-Zellen-Stadium. ***C*** Stadium der 4ten Teilung (12 bis 14 Blastomeren). ***D*** spätes Stadium der 5ten Teilung. (Nach Dean)



Figur 469. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Seitenansicht des Keim-Hügels.* ***a*** während der 2ten Teilung, ***b*** während des späten 4-Zellen-Stadiums. (Nach Dean)

Nachdem die Befruchtung in der Protoplasmakappe unmittelbar unter der Mikropyle stattgefunden hat, beginnen in dieser Kappe die 1ten Stadien der Entwickelung und während der späteren Teilungen ein Vordringen gegen die dottergefüllte subgerminale Zone, in der zur Zeit des Vordringens der Segmentation in sie Kerne auftreten. Die Zellmasse beginnt mit dem Übergreifen auf die Dotter-Region und deren Umfassung asymmetrisch zu werden.

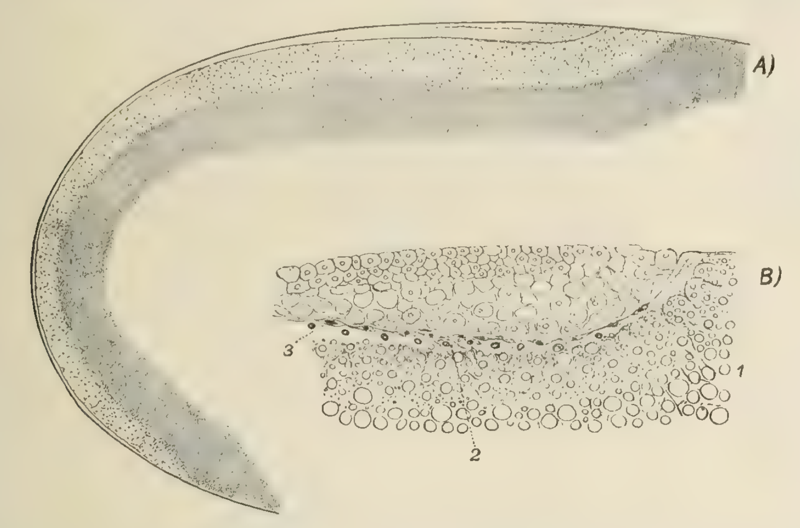
Rund um die ursprüngliche protoplasmatische Kappe sind in den frühesten Stadien gewöhnlich mehrere kreisförmige, konzentrische Terrassen sichtbar, die transversal zur Ei-Achse liegen (Figur 468 A) und der inneren Struktur der Ei-Schale entsprechen.

Die 1te und die 2te, zur 1ten etwa im rechten Winkel vor sich gehende Furchung erfolgt in der Vertikalebene und geht durch die Mikropyle; bei der 3ten (8-Zellenstadium) tritt eine Unregelmäßigkeit der Teilung insofern ein, als eine der Blastomeren nicht vertikal wie die übrigen, sondern horizontal geteilt wird. Bei der 4ten wird der Rhythmus der Teilung das 1te Mal unterbrochen: die Randblastomeren, die besonders zahlreiche Vakuolen aufweisen, werden durch die Anwesenheit des reichlichen Dotters verzögert. Zwischen den zentralen Blastomeren treten Interzellularräume auf. Die Blastomeren besitzen eine die Kerne umgebende dotterarme Region.

Die nächste Teilung in der Zellkappe erfolgt vollständig unregelmäßig. Diese Unregelmäßigkeit drückt sich auch in der verschiedenen Größe, insbesondere der zen-

tralen Blastomeren aus. Die unteren Rand-Zellen sind gegen die Dotterpartien nicht abgegrenzt, sondern gehen in sie über und bilden ein Syncytium, bei welchem immer deutlicher das Weiterwachsen auf einer Seite, also ein asymmetrisches Wachstum in Erscheinung tritt, während die andere ziemlich stationär bleibt.

Im Stadium der Blastula hat die Zellkappe so ziemlich den ganzen Teil bis zum Rand des Operculums des Eies eingenommen; sie ist, weil dotterärmer, lichter in der Farbe als das übrige Ei. Gegen Ende der Blastula-Periode überschreitet das Blastoderm zunächst an einer Seite das Operculum bei seinem Abwärtswachstum.



Figur 470. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: ***A*** *Sagittalschnitt durch eine Gastrula,* ***B*** *stärkere Vergrößerung der Dorsallippe.* (*1*) Zone des Syncytiums; (*2*) Zelle in der Lage der Syncytialkerne; (*3*) Zellen an der Oberfläche von (*1*). (Nach Dean)

Das asymmetrische Wachstum ist, wie bereits erwähnt, schon im Stadium der Blastula deutlich erkennbar. Es zeigt sich keine scharfe Trennung zwischen Dotter und Blastomeren; auch in der Blastula sind die Interzellularlücken festzustellen, ferner die klare periphere Zone der Blastomeren und die scharf ausgesprochene Zellwand. Die Gastrula, die keine merkliche Urdarmhöhlung besitzt, zeigt eine lichte Linie als untersten Rand des Blastoderms, die jedoch nicht die Dorsallippe des auf einer Seite des Eies liegenden Blastoporus ist, dessen äußerster Teil vielmehr in der Mitte zwischen diesem untersten Punkt und dem Übergang des Blastoderms über das Operculum liegt. Auf dem untersten Punkt des Blastoderms findet sich keine Spur eines Embryos. Die 1te Anlage des definitiven Embryos, der nun sichtbar wird, erstreckt sich von der Dorsallippe des Blastoporus auf eine kurze Strecke parallel mit der Ei-Achse vorwärts, also gegen den Oberkularring zu. Die den Embryo umgebende Periblastschicht besitzt in ihrer äußersten Zone spindelförmige Zellen, auf die die undifferenzierten, in den Dotter übergehenden Zellen des Syncytiums folgen.

Das Wachstum der unteren Blastoporuslippe erfolgt nach seinem Einsetzen ebenso rasch wie das der oberen. Der Embryo vergrößert sich sodann in der Längsrichtung nach hinten. Zugleich ist auch ein Vorwärtswachsen des embryonalen Kopfes auch auf jungen Stadien festzustellen, so daß das Gesamtlängenwachstum des Embryos in dieser Zeit das Doppelte des Rückwärtswachsens des Blastoporus gegen den vegetativen Pol beträgt. Das Blastoderm wächst ziemlich gleichmäßig weiter und der kleiner gewordene Blastoporus schließt sich endlich am vegetativen Pol des Eies selbst. Die Art und Form seines Verschlusses variiert sehr stark; gewöhnlich vollzieht sie sich ungefähr gleichzeitig mit dem Erscheinen der normalen Kiemenanzahl. Vor ihm tritt der Primitivstreifen (Primitivstrich nach Dean, vorderer nahtartiger Verschluß nach Rauter) auf, der in bezug auf seine Länge und die Zeit seines Auftretens gleichfalls außerordentliche Variabilität zeigt: er kann sehr früh erscheinen, aber auch bei vorgeschrittenen Stadien noch fehlen. Der Grund seiner Entstehung liegt darin, daß das Rückwärtswachstum des dorsalen Blastoporusrandes das des Auswachsens der Schwanzknospe überflügelt, so daß zwischen beiden ein kürzerer oder längerer Zwischenraum entsteht.

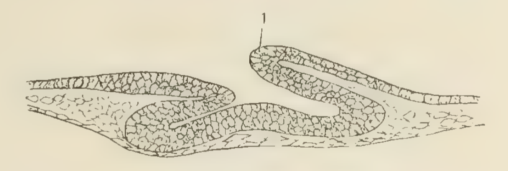
Die Embryonalzeit teilt Dean in 3 Abschnitte ein, deren Vertreter er als frühe, alte und älteste Embryonen bezeichnet. Die frühen Embryonalstadien sind die von dem Zeitpunkt, in dem Gehirn und Chorda deutlich kenntlich sind, bis zu denen, in denen die Schwanz-Region sich scharf ausprägt und die normale Anzahl



Figur 471. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *frühe Entwickelungs-Stadien.* **A** Die Teilungen erstrecken sich nur auf den kleinen Keim-Hügel am »gedeckelten« Ei-Ende. Der lichtere Keim-Dotter zeigt konzentrische »Terrassen«. **B** Gastrula, der Embryo erscheint an der dorsalen Lippe. **C** Dasselbe Stadium von der Seite. **D** Junger Embryo; das Blastoderm umschließt etwas mehr als die Hälfte des Eies. **E** Junger Embryo; der Blastoporus ist vollständig geschlossen, die Medullarfalten divergieren nach hinten. **F** Embryo von 7 Kiemen-Spalten mit Primitivstreifen und größerem, terminalem Blastoporus. **G** Embryo von 11 Kiemen-Spalten mit langem Primitivstreifen und engem, terminalem, spaltenförmigem Blastoporus. **H** Embryo von 12 Kiemenspalten mit zartem Primitivstreifen. **I** Embryo von 13 bis 14 Kiemen-Spalten ohne Primitivstreifen. **J** Der Embryo umgibt 200° des Ei-Umfanges. **K** Derselbe Embryo von der Kopfseite. **L** Später Embryo, umgibt 440° des Ei-Umfanges. **M** Derselbe vom Rücken, **N** von der Seite gesehen. (Nach Dean)

von Kiemenspalten entsteht, die zipfelartig an den Seiten des Kopfes flach über den Dotter ausgebreitet sind. Auch der ganze Embryo ist in dieser Zeit sehr flach. Der Entwickelungsabschnitt der alten Embryonen umfaßt die, deren Kopf-Region sich vom Dottersack getrennt hat und bei denen daher auch die Kiemenspalten ihre Lage an den Seiten des »Halses« eingenommen haben. In diesem Stadium werden die Bartel sichtbar, der Schwanz bildet eine schmale, deutliche Verlängerung des Körpers und überwächst den Dottersack. Das 3te Stadium wird durch die Embryonen dargestellt, bei denen Kopf, Hals und Schwanz, sowie die Barteln erwachsenen Zustand annehmen und der Dottersack nur einen großen Anhang an der Ventralwand des Körpers bildet.

Was zunächst die Entwickelung der jüngsten Embryonalstadien anbelangt, so beginnt hier die Bildung der Medullarfalte im allervordersten Abschnitt, zuerst nur auf eine kurze Strecke, während der übrige hinter dieser liegende Teil einen einfachen Primitivstreifen darstellt. Dann tritt an den Seiten des Kopfes eine Verdickung des Mesoblasts auf, die die schärfere Begrenzung des Kopfes bewirkt, das Gehirn wird deutlich sichtbar, und zwar schon in einen vorderen, mittleren und hinteren Hirnteil geschieden; hinter ihm die bisher getrennte Medullarfalte, ebenso eine Andeutung der Gehörkapsel. An den Seiten des Kopfes erscheinen Blutgefäße, die in der Region des Hinterhirns und dem Mesoblast entspringen, sich vorwärts und auswärts erstrecken und unmittelbar unter dem Kopfende sich in einen gemeinsamen Stamm vereinigen, das früheste bisher beobachtete Stadium des Herzens. Sodann legen sich die mesoblastischen Somiten an. Sie sind vorn am kleinsten und kürzesten und werden gegen hinten zu immer länger und größer. Die längsten und größten finden sich im Gebiet der dorsalen Blastoporuslippe, bis wohin sie sich erstrecken. Das Gehirn streckt sich nun ganz auffällig in die Länge. Sein Hinterteil geht ganz allmählich, geradezu unmerklich, in das Rückenmark über, an jeder Seite des Mittelhirns erscheinen die dünnwandigen Gehörsäcke.



Figur 472. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Querschnitt durch die Medullarfalte eines Embryos von einer Länge von* $^1/_3$ *des Ei-Umfanges.* (*1*) Medullarfalte. (Nach Dean)

Sodann nimmt das Mittelhirn etwas an Länge ab, verbreitert sich jedoch allmählich gegen das Hinterhirn zu und erhält eine Anzahl von (3 bis 4) seitlichen Wandeinfaltungen. Das Rückgrat wird sichtlich verschmälert, gegen den Blastoporus zu jedoch breiter. Das Lumen der Neuralachse des Rückenmarks und Gehirns wird sichtbar. Die Gehirnventrikel sind deutlich zu erkennen. Gerade vor der Blastoporuslippe findet sich eine kleine, längliche, ovale Öffnung, die von Dean als ventrale Öffnung des Canalis neurentericus gedeutet wird. Vor ihr erscheint die 1te Anlage der Chorda und die 1te Anlage der dorsalen Darmwand. Von der kaudal unter dem Gehirn liegenden Herzanlage geht eine deutliche transversale Vene unmittelbar vor dem Kopf des Embryos aus und der Beginn der Dottergefäße kann vorwärts und auswärts verfolgt werden.

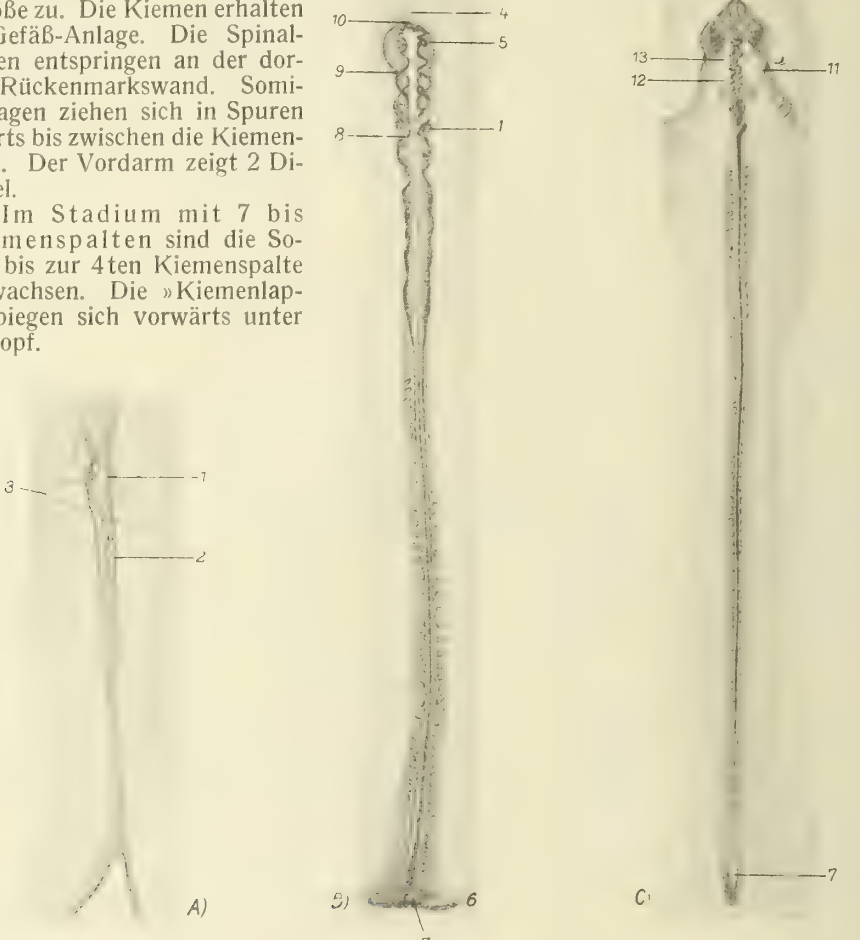
Das Hinterhirn setzt sich immer mehr vom Rückenmark ab und bekommt nun auch zunächst laterale »Wellungen« seiner Wand; das Mittelhirn wird noch breiter und stärker ausgebildet, seine dorsalen und ventralen Teile beginnen sich zu überlagern, das Vorderhirn erhält eine Anzahl von 5 bis 6 Austaschungen seiner vorderen Ventrikularwand. Hinter dieser Stelle entstehen ein paar laterale Divertikel, die Anlage der Augenbläschen, die noch durch die Gehirnwandung stark überdeckt sind. Vor der Transversalvene erscheint die spätere Vena hepatica als medianer Stamm. In diesem Stadium zählt der Embryo etwa 58 Somiten. Mit der Abhebung des Kopfes vom Dotter erscheint sodann die 1te Kiemenspalte. Das Hinterhirn verkürzt sich stark. Die Wände des Mittelhirns sind merklich dicker. Hinten taucht es zwischen das sich spaltende Hinterhirn ein, dessen Ventralwand sich unter das Mittelhirn vorwärtsstreckt. Die Gehörkapseln liegen nun näher dem Hinterhirn. Der 5te, 6te und 7te Nerv legen sich als erste an. Auch das birnförmig gewordene Vorhirn ist stark vergrößert und ein sekundäres Vorhirn beginnt auszuwachsen. Die Augenbläschen erstrecken sich nun über die Umgrenzung des Vorhirns hinaus.

Die Herz-Anlage ist zu einem unpaarigen Gefäß verlängert, das sich bis zum Außenrand der 1ten Kiemenspalte erstreckt. An den Seiten des Herzens erscheint die früheste Anlage der Divertikel des Vorderdarms, die dann später bei der Bildung des Mundes eine bedeutende Rolle spielen. Auch die 1te Anlage des Schwanzes tritt nun deutlich auf.

In dem durch 5 Kiemenspalten gekennzeichneten Stadium ist der Rumpf deutlich mit seinen Somitenrändern abgegrenzt (Figur 473 *C*). Die Somiten der Schwanz-Region sind noch nicht unterscheidbar. An dem Kopf sind die Kiemenspalten in einer Platte sichtbar, die seitlich vom 5ten Nerven entspringt. Die Augen sind deutlich vom Vorhirn gesondert. Die vordere Darmtasche ist deutlich, die nächste erst ganz undeutlich entwickelt. Die 1te Kiemenspalte ist oval, die folgenden sind schlitzförmig.

Im weiteren Verlauf entwickelt sich vor allem das Mittelhirn, aber auch das Vorhirn nimmt an Größe zu. Die Kiemen erhalten ihre Gefäß-Anlage. Die Spinalganglien entspringen an der dorsalen Rückenmarkswand. Somitenanlagen ziehen sich in Spuren vorwärts bis zwischen die Kiemenlappen. Der Vordarm zeigt 2 Divertikel.

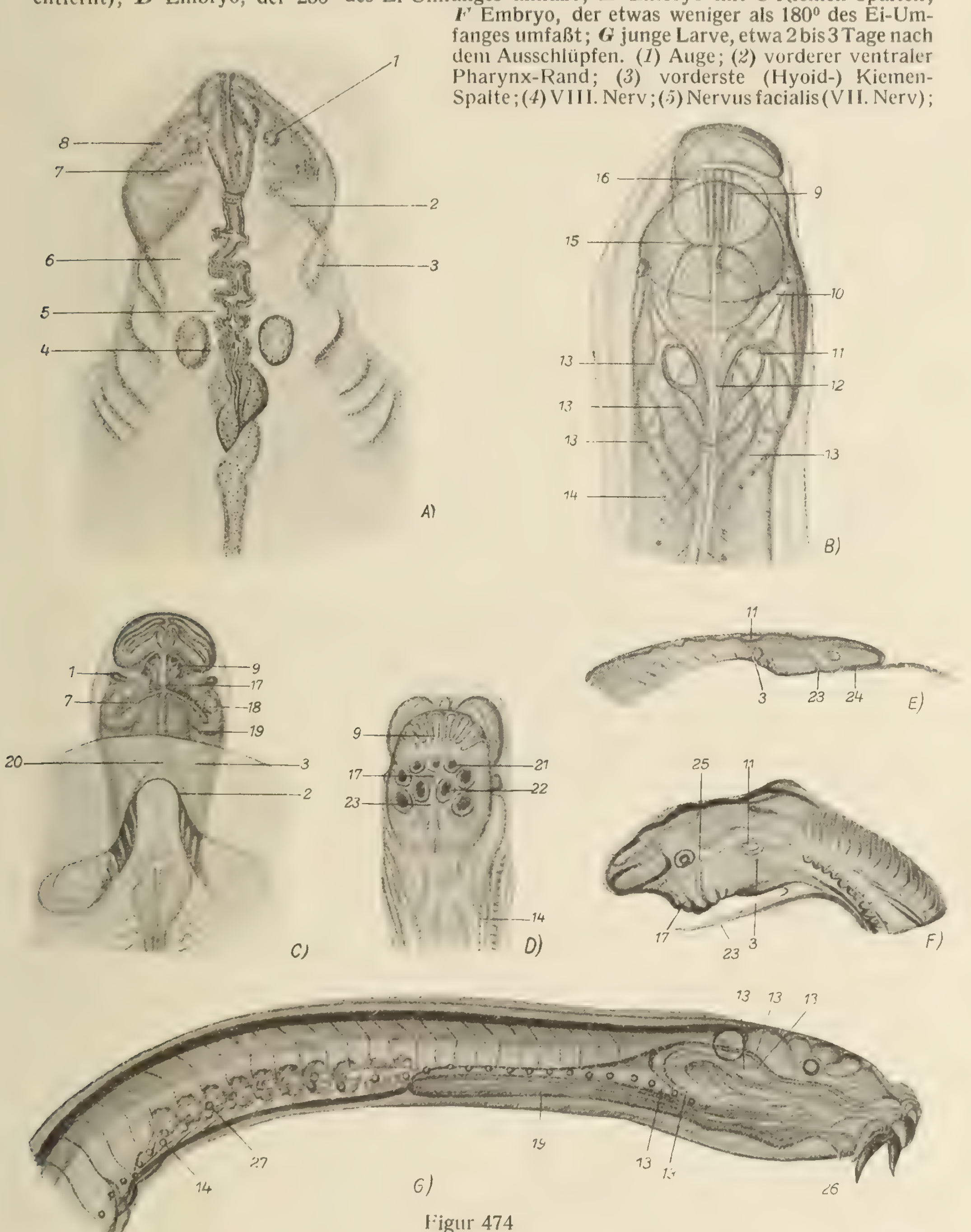
Im Stadium mit 7 bis 8 Kiemenspalten sind die Somiten bis zur 4ten Kiemenspalte vorgewachsen. Die »Kiemenlappen« biegen sich vorwärts unter den Kopf.



Figur 473. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Embryonen A* im Stadium von etwa Drittel-Eilänge; *B* mit etwa 59 Somiten; *C* mit etwa 73 Somiten und 5 Kiemen-Spalten. (*1*) Hörbläschen; (*2*) Medullarfalte; (*3*) Operkularring; (*4*) Herz; (*5*) Auge; (*6*) hinterer Blastoderm-Rand; (*7*) untere Öffnung des Canalis neurentericus; (*8*) vorderer Rand des Nachhirns; (*9*) des Mittelhirns; (*10*) des primären Vorderhirns; (*11*) Hyoid-Spalte; (*12*) Nervus facialis (VII. Nerv); (*13*) Nervus trigeminus (V. Nerv). (Nach Dean)

Der Embryo mit 9 bis 11 Kiemenspalten besitzt einen vollständig vom Dottersack getrennten Kopf, eine gut abgegrenzte Körper-Region und beginnt sich in einen Schwanz zu verschmälern. Im Gehirn zeigen sich die ersten Andeutungen der Verhältnisse des erwachsenen Tieres: das Vorhirn ist stark gefaltet, das Mittelhirn bedeutend verkürzt, das Hinterhirn vorn verbreitert. Die Gehörkapseln liegen nun halbwegs zwischen dem Ende des Mittelhirns und dem Beginn des Rückenmarks. Die Augenbläschen sind im Zwischenraum zwischen Vor- und Mittel-Hirn gelegen. Die Barteln beginnen sich zu entwickeln. Die vordersten Kiemenspalten sind in die niedere Ventralwand des Vorderdarms einbezogen, während die hinteren noch auf den seitlichen

Figur 474. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *embryonale Kopf-Region*, ***A*** von einem Embryo von 5 (6) Kiemen-Spalten; ***B*** Embryo, der 400⁰ des Ei-Umfanges umfaßt; ***C*** Embryo von 11 bis 12 Kiemenspalten (vorderer, extraembryonaler Teil nur vor dem Herzen entfernt); ***D*** Embryo, der 250⁰ des Ei-Umfanges umfaßt; ***E*** Embryo mit 8 Kiemen-Spalten; ***F*** Embryo, der etwas weniger als 180⁰ des Ei-Umfanges umfaßt; ***G*** junge Larve, etwa 2 bis 3 Tage nach dem Ausschlüpfen. (*1*) Auge; (*2*) vorderer ventraler Pharynx-Rand; (*3*) vorderste (Hyoid-) Kiemen-Spalte; (*4*) VIII. Nerv; (*5*) Nervus facialis (VII. Nerv);



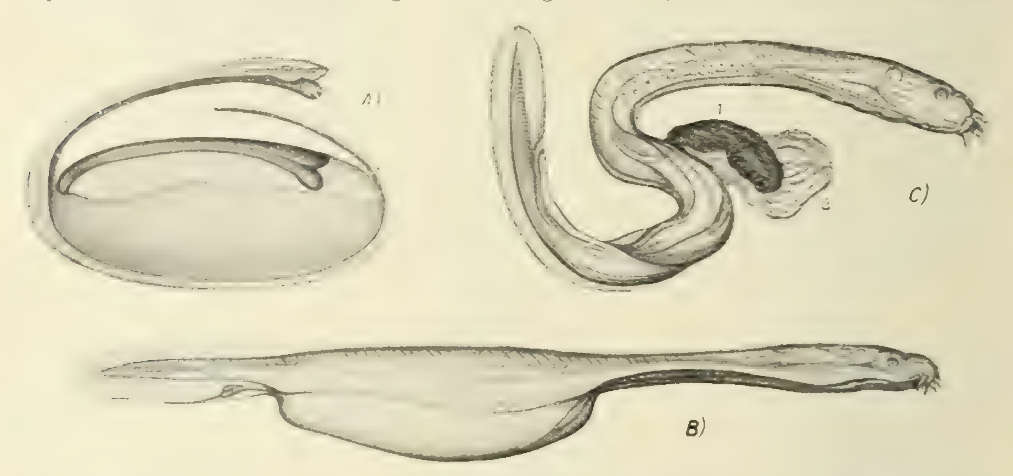
Figur 474

(*6*) Nervus trigeminus (V. Nerv); (*7*) 2tes, (*8*) 1tes prähyomandibulares Darmdivertikel; (*9*) Nasalfalten; (*10*) vorderer Rand des Nachhirns (Hinterhirns); (*11*) Gehör-Kapsel; (*12*) vorderes Chorda-Ende; (*13*) Skelett-Elemente des Kopfes; (*14*) Schleim-Tasche; (*15*) vorderer Rand des Mittelhirns; (*16*) des primären Vorderhirns; (*17*) Nasen-Öffnung; (*18*) Bartel; (*19*) Zungen-Muskel (Musculus lingualis); (*20*) Herz; (*21*) Nasalbartel; (*22*) medianes Bartel; (*23*) Mund-Region; (*24*) Rückenmark; (*25*) hintere Nasen-Öffnung; (*26*) Zunge; (*27*) äußere Kiemen-Öffnung. (Nach Dean)

Lappenplatten auftreten. Spinalnerven treten auf und deutlich segmentale Tubuli in jedem Segment vom Gebiet des Hinterhirns bis nahe an die Basis des Schwanzes. Das Herz endet hinten jederseits in einen Ast, der in die Kiemenlappen übergeht. Durch eine Austaschung des Vordarmes wird die Mundhöhlenanlage gebildet. Das Nasalorgan bedeckt ein Gebiet zwischen Mund, Augen und Vorhirn und zeigt eine Anzahl von Falten. Im tiefgefalteten, nahezu das ganze Mittelhirn bedeckenden Vorhirn erscheint das Infundibulum als medianer Lappen über dem Nasalorgan. Die Faltungen des Vorhirns bilden nun Divertikel, die über das Mittelhirn bis zum Beginn des Hinterhirns ziehen. Die 1te Kiemenspalte wird schmal und lang und erstreckt sich weit auswärts zum äußersten Kopfrand. Die Bartelanlage wird deutlicher. Mit der Anlage sämtlicher Kiemenspalten ist die Schließung des Vordarms bis zur Einbeziehung der 4ten Kiemenspalte vorgeschritten. Das Vorderhirn hat bereits das Mittelhirn überwachsen.

Erwähnt sei, daß die hier geschilderten Entwickelungsvorgänge nicht immer in derselben Gleichzeitigkeit erfolgen.

Mit dem Eintritt der Embryonen in das späte Stadium nimmt der Kopf an Dicke zu, die Kiemen-Region hat sich geschlossen, mit Ausnahme der hintersten



Figur 475. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *späte Entwickelungs-Stadien.* ***A*** Kopf und Schwanz haben sich vom Dotter-Sack abgehoben, der noch den Eindruck des Kopfes und vorderen Rumpfteils zeigt. ***B*** Larve ungefähr zur Zeit des Ausschlüpfens. Kopf und Schwanz gerade vom Dotter weggestreckt. ***C*** Junge Larve etwa 2 bis 3 Tage nach dem Ausschlüpfen. (*1*) Schleim-Sekretion mit eingeschlossenen Fremdkörpern; (*2*) ein Teil des Dotter-Sackes. (Nach Dean)

Kiemenspalten. Die Nasensäcke nehmen ihre endgültigen Stellungen unter dem Gehirn vor dem Mund ein; die Mundhöhle ist deutlich ausgebildet, ihre hintere Ventralwand durch die Zunge und die Zungenmuskeln stark erweitert, die Palatonasalöffnung sichtbar und die vorderste Kiemenspalte stark erweitert, getrennt von den übrigen. 3 Barteln entstehen auf jeder Mundseite, in der Mittellinie erscheint das Vorderende des Nasen-Rachenganges und zu seinen Seiten das restliche Bartel-Paar. Doch findet sich noch keine Nasenöffnung.

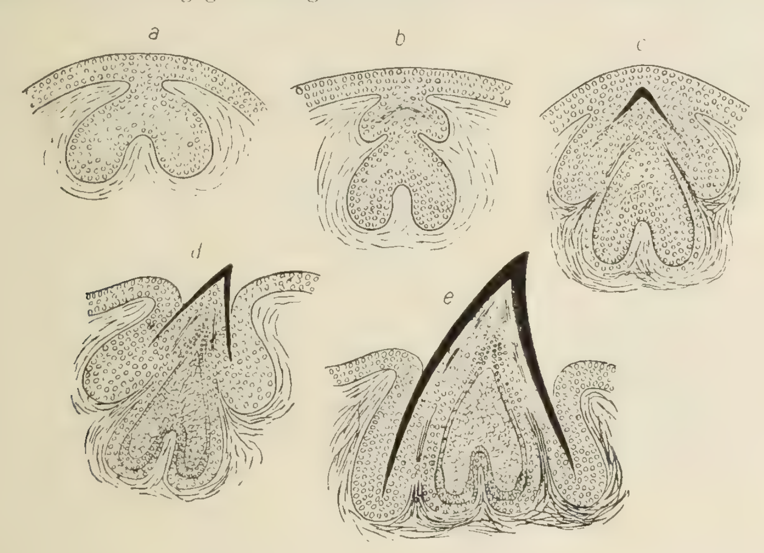
Sodann verschwindet die halbmondförmige Gestalt des Mundes und verwandelt sich in die endgültige Form des Saugmundes. Die größer gewordenen Barteln verändern ihre ursprüngliche Stellung, und die Falte an den Seitenrändern des Mundes bildet sich aus. Zugleich wölbt sich die ganze Nasen-Mundregion als oraler Lappen an der ventralen Kopfseite ein. Die Nasalfalten weisen auf: 1 medianes Septum und 3 laterale Septen-Paare; zwischen den Nasalbarteln wird die Stellung der äußeren Nasenöffnung sichtbar. Der Nasen-Rachengang ist bis zu seiner Einmündung in die Mundhöhle angelegt. In dieser Zeit treten auch die Schleimsäcke auf. Die 1te Kiemenspalte ist stark von den übrigen getrennt, die allmählich den endgültigen Charakter anzunehmen beginnen.

Ein weiteres Stadium, das durch das allmähliche Herumwachsen des Kopfes um das Vorderende des Eies gekennzeichnet ist, zeigt im Zusammenhang damit eine weitere deutliche Rückwärtsverschiebung der Kiemenspalten vom Auge und damit ein

längeres Auswachsen der Zungenmuskeln in diesem Zwischenraum. Die frühere 1te Kiemenöffnung ist nun nicht mehr äußerlich sichtbar. Nun treten auch die ersten Skelettelemente auf. Bemerkenswert ist in diesem Stadium auch die laterale Ausbreitung der Muskelplatte, die vorspringenden segmentalen Schleimtaschen und das Erscheinen deutlicher Segmentalgänge mit Segmentalkanälen, die die typischen Urnierenverhältnisse bei den ältesten Stadien dieser Periode annehmen.

Das Hinterhirn läßt den Sinus rhomboidalis erkennen. Das Mittelhirn reicht weit vorwärts unter das Vorhirn. An jeder Seite des Hinterhirns liegen die Ohrkapseln, die schon den Sacculus, die Unterteilung des Nerven und die Kapselscheide erkennen lassen. Die Chorda erstreckt sich unter dem Hinterhirn vorwärts. Die Augen werden nicht mehr durch die dorsale Oberfläche des Vorderhirns überdeckt. Das Thalamencephalon hat sich unter das Mittelhirn verschoben, die Vorderwände des Vorderteils des Vorderhirns sind verdickt. Die Schleimsäcke erstrecken sich bis zum 8ten Nervenfortsatz.

In der Periode der spätesten Embryonen treten die Veränderungen zur endgültigen Form und Lagegestaltung der einzelnen Teile des Tieres auf. Die Kiemen-



Figur 476. Cyclostoma. — *Hyperotreti*: *Schema der Entwickelung der Horn-Zähne.* (Nach Hansen)

spalten erhalten die Einfaltung ihrer Wände, die Kiementaschen werden durch das Ventralwärts-Auswachsen der Muskelplatten eingeschlossen und nur ihre Öffnung bleibt ventral von diesen Muskelplatten. Das Herz und die benachbarten Teile des Gefäß-Systems treten in enge Verbindung mit dem definitiven Körper. Der Ventrikel liegt ventral von den Kiementaschen, die Haut des Embryos wird lose. Das Hinterhirn wird breit und kurz, das Vorhirn kompakt, das Mittelhirn ist deutlich rundlich. Die Augen bekommen ihr endgültiges Aussehen, die Oral-Region nimmt ihre Stellung nahe dem Schnauzenende ein. Die Skelettelemente sind deutlich sichtbar; insbesondere die Postoral-Region bis zur Ebene der Gehörkapsel wird nun vollständig von ihren Muskeln eingehüllt. Im Gebiet des Körpers haben die Muskelplatten stark an Dicke zugenommen; in der Kaudalflosse treten die Stützelemente auf.

Die ausgeschlüpften jungen Tiere zeigen die Verhältnisse der Erwachsenen; *keinesfalls kann von einem Larven-Stadium die Rede sein.*

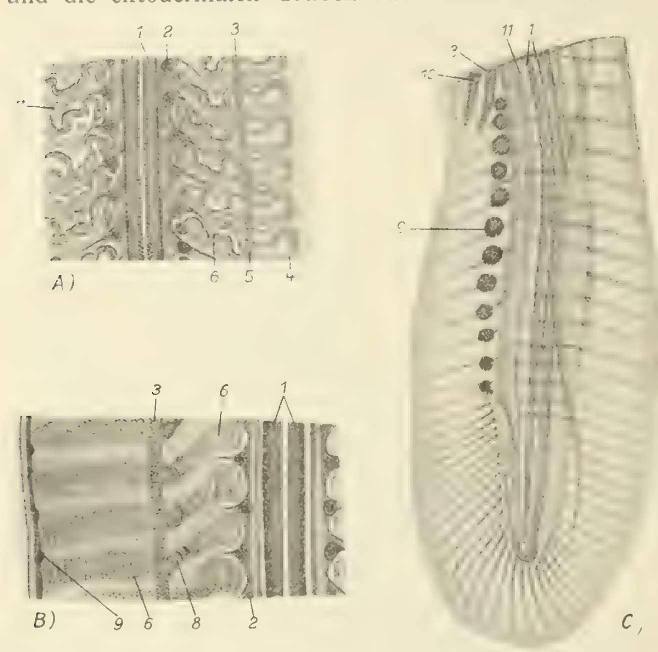
Bezüglich der Entwickelung einzelner Organe und Organ-Systeme seien die folgenden Feststellungen Deans erwähnt.

(1) Integument und Zähne. Die Epidermis entwickelt Drüsen-Zellen schon in frühen Stadien, die seitlichen Schleimtaschen reichen bei *den alten, späten Embryonen* weiter nach vorn als beim *erwachsenen Tier.* Das hintere Ende der Schleimsack-Reihe liegt etwa in der Mitte der Schwanzlänge. Die Zähne entstehen auf der Zunge als Verdickungen der Epidermis. Sie sind keineswegs als mit Schmelz versehene dermale Papillen entstanden und können (nach Deans Anschauung) den Zähnen *der Gnathostomen* nicht homologisiert werden.

(2) Skelett. Die Chorda entsteht als dorsale Entodermverdickung.

(3) Nerven-System. Das Rückenmark entwickelt sich nach dem gewöhnlichen Vertebraten-Typus. Die ersten Anfänge der Augenbläschen entwickeln sich im Vorhirn; erst später nehmen sie ihre endgültige Stellung am vorderen lateralen Rand des Hinterhirns ein. In keinem Stadium der Entwickelung ist eine Iris oder Linse oder irgendwelche Spur von Augenmuskeln und den dazugehörigen Nerven zu finden. Die Ohrkapseln entspringen nahe der Ebene der Mittelhirnmitte und verschieben sich gegen den Beginn und schließlich gegen den hintersten Teil des Hinterhirns.

(4) Vorderdarm-Region. Nach von Kupffer unterliegt die Stomodäal-Region *des Embryos von Bdellostoma* Johannes Müller ausgedehnten sekundären Veränderungen und die ektodermalen Gruben oder zum mindesten der Nasen-Rachengang und sein Anhang, die Nase, haben eine frühzeitige Schließung erfahren. Auch Dean bestätigt die von Kupffer geschilderte Unterdrückung des Stomodaeums während *der Frühstadien* der Kopfentwickelung. Das Ektoderm ist zunächst als solides Blatt unter dem Kopf kenntlich, an dessen Dorsalwand die 1te Spur der bis nahe vor das Ende des Infundibulums sich erstreckenden Hypophyse in der Vorder-Region auftritt. Allmählich tritt es in Verbindung mit dem Darm und zeigt an jeder Seite deutliche Divertikel, die den Viszeraltaschen sehr ähnlich sehen. Dann trennt sich die Hypophyse vom Darm, dessen Vorderende sich bis in die halbe Länge ihrer Ventralseite erstreckt. Dieses Vorderende erweitert sich stark. Dicht über ihm liegt nun das schmale Ende des Nasen-Rachenganges.



Figur 477. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *Einzelheiten aus der embryonalen Rumpf- und Schwanz-Region*, ***A*** von einem Embryo von 13 bis 14 Kiemen-Spalten; ***B*** von einem Embryo, der etwa 200° des Ei-Umfanges umgreift; ***C*** Schwanz-Region eines Embryos, der 400° des Ei-Umfanges umgreift. (*1*) Rückenmark; (*2*) Spinalganglion; (*3*) Ductus segmentalis; (*4*) Somit; (*5*) Segmentalröhrchen; (*6*) Vornieren-Tubulus; (*7*) Glomerulus; (*8*) Urniere; (*9*) Schleim-Tasche; (*10*) Darm; (*11*) Chorda. (Nach Dean)

Der Nasensack ist in *seinen frühesten Stadien* ein paariger Auswuchs. Hierauf bildet sich eine Verbindung zwischen dem Hinterende der Hypophyse und dem Darm. Unter dieser Öffnung entwickelt sich die Zunge auf der ventralen Darmwand gleichfalls als paarige Wucherung, die durch ihr rasches Wachstum die Gestalt des Mundes bedeutend verändert. Die nun stark vergrößerte paarige Nasenwucherung hat eine mediane ventrale Vorragung zwischen sich; sodann verbindet sich die mediane ventrale Wucherung des Nasen-Rachenganges mit dem Vorderende der Mundhöhle. Die ventralen Enden der gemeinsamen Mund- und Nasen-Höhle liegen dann, wenn die äußeren Nasen- und Mund-Öffnungen erschienen sind, dicht an den Vertiefungen der oralen Oberfläche zwischen den Barteln.

Das ursprünglich bis hinter das Ende der Hypophyse reichende Infundibulum wird vorwärts verlagert, so daß schließlich sein Hinterende dorsal von den Nasalfalten zu liegen kommt.

Die von Price und Kupffer angegebene Übereinstimmung von Branchiomerie und Myomerie bestreitet Dean. Mund und Kiemen brechen ungefähr zur gleichen Zeit durch. Dean betrachtet Mund- und Nasen-Öffnung als sekundäre Erwerbung. Das schmale »Velum« am vorderen Mundrand von späten *Bdellostoma-Embryonen* ist nicht dem Velum *der Petromyzoniden* zu homologisieren.

(5) Exkretions-Organe. In den frühesten Entwickelungsstadien der Embryonen findet sich noch keine Spur von Exkretions-Organen. Sodann beginnt über der Randlinie der Somiten eine ununterbrochene Mesoblastverdickung sichtbar zu werden, die Nephrotom-Region, in der darauf segmentale Strukturen zu erscheinen anfangen. Sie sind am ausgeprägtesten in der Mitte der Körperlänge. Sie sind vollständig segmental. Hierauf erscheint ein Segmentalgang und metamerisch angeordnete, deutliche Öffnungen, doch finden sich in diesem Stadium noch keine sicheren Spuren von segmentalen Tubuli, die sich erst etwas später entwickeln und, außerordentlich deutlich werdend, sich von der Nähe des Spinalganglions auswärts zur distalen Region des Somiten erstrecken. Ihr wahrscheinlich durch den Glomerulus dunkel gefärbtes Ende ragt vor. Der Rest der Röhre erstreckt sich dann in einer Anzahl von Biegungen seitwärts. Das distale Ende der Röhren ist am Randteil des Somiten zu finden, wo es verschwindet. Hierauf verdickt sich der Vorderteil der auch an Zahl zunehmenden segmentalen, vom Hals bis in den Schwanz sich erstreckenden Tubuli und ihre Windungen werden bedeutend zahlreicher. Im Stadium der scharfen Abgrenzung des Körperrandes und des Erscheinens der in intersegmentaler Lage auftretenden Schleimsäcke wird der Segmentalgang sichtbar, der die segmentalen, gegen die Körpermitte zugehenden Divertikel aufweist: die Urnierenröhrchen, deren distales Ende direkt in Verbindung mit dem darüberliegenden Teil der segmentalen, nun noch stärker gewundenen Tubuli des früheren Stadiums gebracht werden kann. In einem Stadium, in dem der segmentale Gang mehr median gelagert ist, erweitern sich die Enden der Urnierentubuli. Nach Deans Meinung gibt diese Art der Entwickelung der Exkretions-Organe einen scharfen Beweis für die enge Zusammengehörigkeit von Vor- und Urnieren-Entwickelung.

Die frisch ausgeschlüpften Embryonen von Bdellostoma Johannes Müller gleichen (nach Worthington) *vollständig den alten Tieren,* nur sind ihre Tentakel verhältnismäßig länger.

Die beiden schon weit entwickelten Embryonen von Bdellostoma hexatrema Müller, die bekannt geworden sind (Seite 473), zeigten an der Außenseite die Reihe der stark ausgebildeten, als leichte Höckerchen erscheinenden Schleimsäcke. Tentakel, Tentakularskelett und Kapsel der Nasalregion waren gut entwickelt, teilweise so wie beim *erwachsenen Tier,* die Chorda *in diesem Stadium* noch sehr biegsam.

Das Exkretions-System wird *bei diesen Embryonen* durch eine etwa $1^1/_2$ Segmente einnehmende Vorniere und eine lange Urniere gebildet, die aus einem langen Ductus segmentalis und 22 mit Glomerulis versehenen Röhrchen besteht. Der Ductus segmentalis hat am distalen Ende des letzten Vornierenröhrchens noch ein Lumen, ohne sich jedoch in dieses zu öffnen. Am distalen Ende des zweitletzten Tubulus wird er solid und verschwindet. Die Tubuli der Urniere sind insofern nicht ganz segmental angeordnet als die 6 ersten nur auf 3 Segmente verteilt erscheinen. — Alle übrigen hinter ihnen liegenden sind jedoch segmental gelagert.

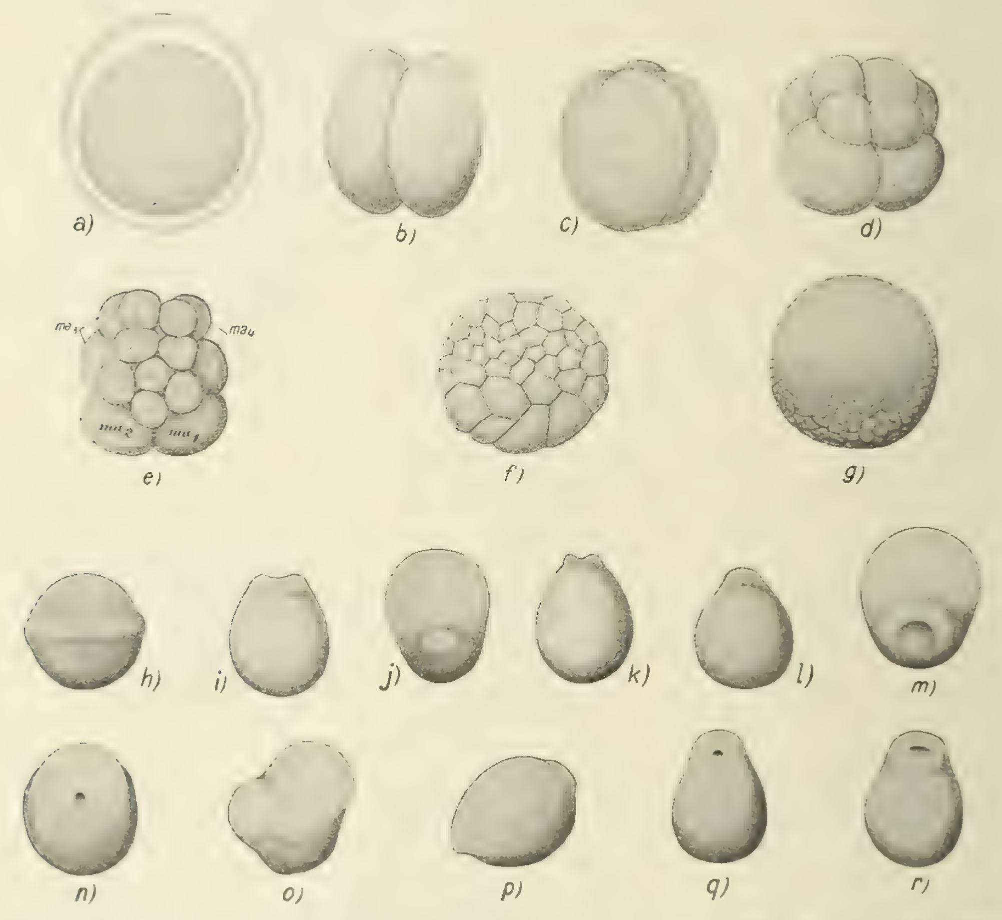
Diese unsegmentale Anordnung der ersten 6 Tubuli erinnert an die Darstellung Conels, derzufolge diese Anhäufung durch eine Zurückdrängung der ursprünglich gleichfalls segmental angeordneten, dicht hinter der Vorniere folgenden Tubuli hervorgerufen wird.

Entwickelung der Petromyzoniden

Das unbefruchtete, zart gelblich gefärbte Ei von *Lampetra fluviatilis* Gray ist ellipsoid und wird von einer doppelten, schwach bläulich schimmernden Ei-Haut umgeben, deren äußere Schicht feine radiäre Streifung aufweist. Eine Mikropyle ist nicht vorhanden. Das Polplasma, das, durchsichtiger als die übrigen Teile des Eies, in sehr dünner Schicht am animalen Pol aufgelagert ist, beginnt sich sofort nach dem Eindringen des Spermatozoons zusammenzuziehen und wird entsprechend dicker. Nun zieht sich die Ei-Oberfläche von der Ei-Haut zurück, indem sie sich ringförmig in der Nähe des animalen Pols loslöst, welche Lösung als »Kontraktionswelle« nach oben und unten fortschreitet.

Die am längsten bestehen bleibende Verbindung des Polplasmas mit der Ei-Haut, der »Achsenstrang«, besteht am animalen Pol selbst.

Die Gestalt des Eies wird nach der Befruchtung mehr kugelig, wodurch am animalen Pol der Zwischenraum zwischen Ei-Haut und Ei-Oberfläche größer wird. Das ganze Innere des Eies ist von dichtgedrängten, aus flachen, elliptischen



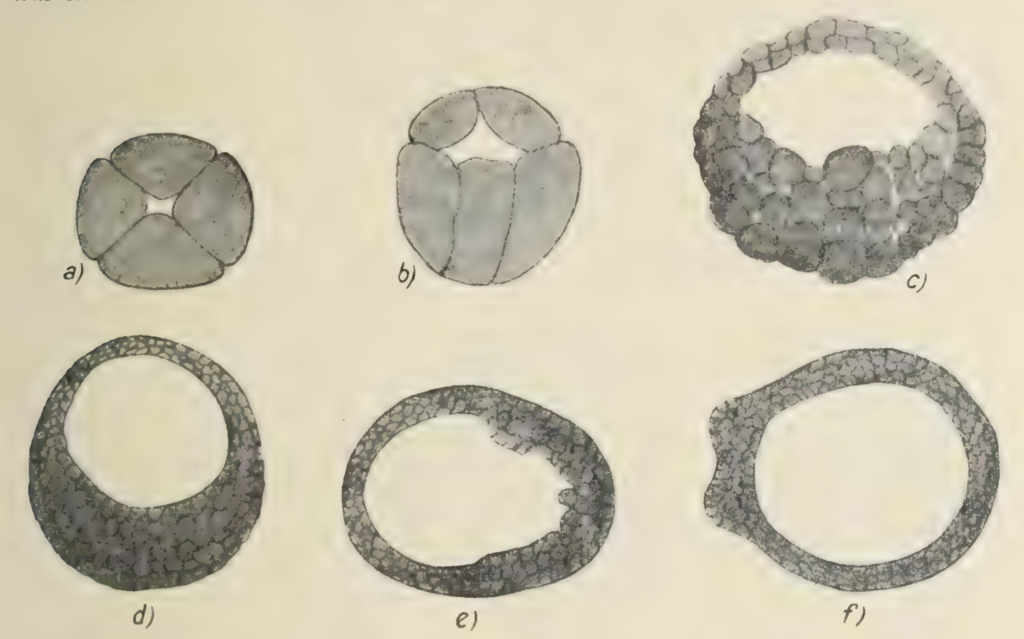
Figur 478. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *erste Entwickelung bis zum Ende der Gastrulation.* ***a*** eben befruchtetes, ungeteiltes Ei in der Ei-Haut (diese ist in den übrigen Figuren weggelassen); ***b*** 2-Zellen-Stadium; ***c*** Auftreten der 2ten Furche an beiden Blastomeren zugleich; ***d*** 8-Zellen-Stadium, die 4 Mikromeren schräg oben; ***e*** Verschiebung der Mikromeren, Makromeren (ma_1 bis ma_4) zum Teil (ma_3, ma_4) schon in Teilung begriffen, von oben; ***f, g*** 2 Blastula-Stadien von der Seite, *g* etwa 3 Tage alt; ***h*** 5 Tage alte Blastula mit äquatorialem Ringwulst von der Seite; ***i*** erste Anlage der »Buckel«, von oben; ***j*** von hinten; ***k*** Zusammenrücken der Buckel, von oben; ***l*** die Buckel sind zu einer unpaarigen Erhebung verschmolzen, von oben; ***m, n*** Veränderungen des Blastoporus, von hinten, ***n*** etwas von unten; ***o, p*** Emporrücken der »Rinne« während derselben Zeit, von der Seite (***n*** = ***p***); ***q*** fertige Gastrula, von unten; ***r*** fertige Gastrula, kurz vor Auftreten der Neuralanlage, von unten. (Nach Glaesner)

Plättchen bestehenden Dotterelementen gefüllt. Nach Eindringen des Spermatozoons verschwinden die Dotterpartikelchen, die sich auch im Polplasma finden, bald vollständig. Es wird fein granuliert und grenzt sich gegen den dotterführenden Hauptteil des Eies durch die Membran ab.

Die 1te und 2te Furche verlaufen meridional, vom animalen Pol beginnend, bis zum vegetativen im Winkel von 90° gegeneinander. Sie teilen das Ei in 4 ungefähr gleich große Blastomeren. Im einzelnen finden sich mancherlei kleine Unterschiede.

Gewöhnlich entsteht mit der 2ten Furchung auch eine »Brechungsfurche«, indem sich die Blastomeren in der Weise etwas verschieben, daß sich die 2 in der Diagonale einander gegenüberliegenden fester aneinanderlegen, wodurch die beiden anderen auseinandergedrängt und außer Berührung miteinander gebracht werden.

Die 3te Teilung erfolgt äquatorial, obwohl sie zu Beginn oft den scheinbaren Eindruck einer meridionalen macht. Sie ist eine inäquale, die 4 Mikromeren am animalen Pol von 4 Makromeren am vegetativen sondert. Meist geschieht diese Sonderung aber nicht gleichzeitig, sondern derart, daß 2 Mikromeren vor den beiden anderen abgetrennt werden, wodurch eine Verschiebung der 4 Mikromeren nach der Seite der beiden zuerst abgetrennten erfolgt. Die Mikromeren sitzen nun nicht mehr als polare Kappe den Makromeren auf, sondern es tritt durch diese Verschiebung eine bilaterale Symmetrie auf, was sich auch in der Gestalt der Mikromeren äußert.



Figur 479. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Schnitte durch die frühesten Entwickelungs-Stadien.* ***a*** Horizontalschnitt durch das 4-Blastomeren-Stadium in der Höhe der Kerne; ***b*** Vertikalschnitt, 8 Blastomeren; ***c***, ***d*** Medianschnitte; ***e***, ***f*** Frontalschnitte durch Blastulae. (Nach Glaesner)

Mit der 4ten Teilung, die zunächst nur die Mikromeren betrifft und gleichfalls als äquatoriale zu bezeichnen ist (die übrigens in ihrem Verlauf auch mancherlei Varianten aufweist), tritt eine noch viel stärkere Unregelmäßigkeit in der Größe und Lage der einzelnen Blastomeren ein. Mit der weiter darauf einsetzenden Teilung der Makromeren, die gleichfalls zumeist nicht gleichzeitig erfolgt, sondern an 2 Makromeren beginnt, wird die Größenverschiedenheit der einzelnen Blastomeren noch vergrößert und auch die Trennung in Mikro- und Makromeren wird dadurch nun undeutlich.

Die weiteren Zellteilungen treten ohne bestimmte Regel bald hier, bald dort ein mit dem Ergebnis, daß sich eine, allerdings hohle »Morula« bildet, deren zunächst noch ziemlich locker zusammengefügte und nach außen abgerundete Zellen am oberen Pol am kleinsten sind und gegen den unteren zu immer mehr an Größe zunehmen. Unter weiteren, fortwährenden Teilungen schließen sie sich immer fester zusammen, erhalten flachere Oberfläche und polygonale Umrisse und dadurch in ihrer Gesamtheit epitheliales Aussehen.

Der zu Beginn der 2ten Teilung zwischen den Blastomeren entstehende Spaltraum bildet das Blastozöl, das bei den weiteren Teilungen eine exzentrische Lage erhält und dessen Kontur zunächst nur durch die Gestalt der sie einschließenden Blastomeren bestimmt wird.

Die 1te konzentrische Teilung, das heißt die, bei der ein mit keinem Teil seiner Oberfläche an die Außenwelt grenzendes Blastomer entsteht, erfolgt verhältnismäßig sehr spät; ungefähr dann, wenn die Zahl der Blastomeren auf etwa 40 gestiegen

ist. Durch die allgemeine Abflachung und innigere Verbindung der einzelnen Zellen erhält nicht nur die Blastula eine glatte Oberfläche, sondern auch das nunmehr regelmäßig gewordene Blastozöl, das von einer dünneren oberen Wand, der Keimhöhlendecke, und einer dickeren unteren, dem Keimhöhlenboden, umschlossen wird, die beide durch eine seitliche Übergangszone miteinander verbunden sind. Ursprünglich sind sie beide 1-schichtig, werden aber dann mehrschichtig; die Decke bis 3-, der Boden bis 10-schichtig. Die kleineren Mikromeren-Zellen der Decke enthalten nur kleine, die Makromeren-Zellen des Bodens größere Dotterplättchen und in reicherer Anzahl, wodurch die Mikromerenhälfte des Embryos auch äußerlich eine hellere Färbung erhält.

Diese Blastula ist etwa kugelig, in der Vertikalen etwas gestreckt. Ihre kleinsten Zellen liegen nicht am Pol, sondern nach hinten zu verschoben, wo auch die Stelle größter Zellvermehrung ist.

Die Gastrulation wird zunächst innerlich dadurch eingeleitet, daß schon bei der verhältnismäßig jungen Blastula die Begrenzung des Blastozöls eiförmig, an dem einen Teil spitzer zulaufend, wird, wodurch sich eine bilaterale Symmetrie ausbildet. Das stumpfere Ende des Gastrozöls ist nach hinten gewendet, das spitze entspricht dem Vorderteil.

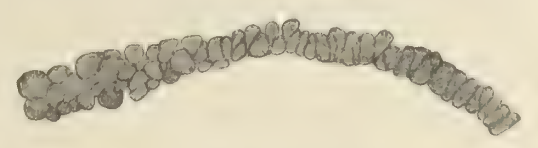
Figur 480. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Schnitte durch Gastrulations-Stadien.* ***a*** bis ***c*** Medianschnitte durch 3 aufeinanderfolgende Stadien, die punktierte senkrechte Linie zeigt die Grenze des gehobenen Keimhöhlen-Bezirks an; ***d***, ***e*** Sagittalschnitte, die Epithel-Bildung an der Ventralseite zeigend; allmähliches Zusammenrücken der inneren Makromeren. (*1*) Spalt; (*2*) Keimhöhlen-Rest. (Nach Glaesner)

Sodann wird die Bilateralsymmetrie auch äußerlich durch eine um den Embryo herumlaufende wulstartige, äquatoriale, bald wieder verstreichende Erhebung sichtbar, der am hinteren Ende eine quere, beträchtlich höhere, an beiden Enden binnen kurzem stärker buckelartig vorragende Leiste folgt, die fast über die ganze Breite des Embryos verläuft und genau an der Stelle des Übergangs der Keimhöhlendecke in die untere Hemisphäre liegt. Die immer stärker werdenden Buckel nähern sich zugleich immer mehr, worauf die zwischen ihnen bestehende Einsenkung wieder immer seichter wird und schließlich ganz verschwindet, so daß sie zu einer einheitlichen Erhebung wird (kegelförmige Vorstülpung nach Hatta). Die Bildung dieser Wülste und Buckel ist durch die Druckverhältnisse zu erklären, die infolge der rascheren Zellteilung und des dadurch bedingten schnelleren Wachstums im Gebiete der kleinsten Zellen in der Nähe des Hinterendes der bilateralsymmetrischen Blastula hervorgerufen werden.

Über der Leiste und den Buckeln bildet sich durch die Oberflächenvergrößerung der oberen Hemisphäre im Vergleich zum unteren soliden Teil eine Rinne, die bestehen bleibt, doch nach begonnener Einstülpung zur Gastrula mit zunehmender Zurückbildung der Keimhöhle, immer deren untere Grenze bezeichnend, höher hinaufrückt und mit deren Verschwinden gleichfalls unsichtbar wird. Die immer größer werdenden Zellmassen der einheitlichen Erhebung weichen nun nach innen, nach dem Blastozöl hin, aus, wobei auch benachbarte Makromeren in diese Bildung einbezogen werden und wodurch aus dem Keimhöhlenboden ein Hügel entsteht, der sich der benachbarten Keimhöhlenwand anlegt. Durch diese Einwärtsbewegung der Zellmassen, durch die die äußere Erhebung allmählich schwindet, wird die eigentliche Gastrulation eingeleitet und in ihrer Fortsetzung durch die Einstülpung und die Bildung des Blastoporus durchgeführt, der bald nachher als eine Art Delle erscheint, die sich nach oben vertieft und dadurch bald schärfer

begrenzt und kerbenförmig wird. Die nun nach innen gerückte Makromerenmasse erscheint äußerlich durch die Mikromerendecke überzogen.

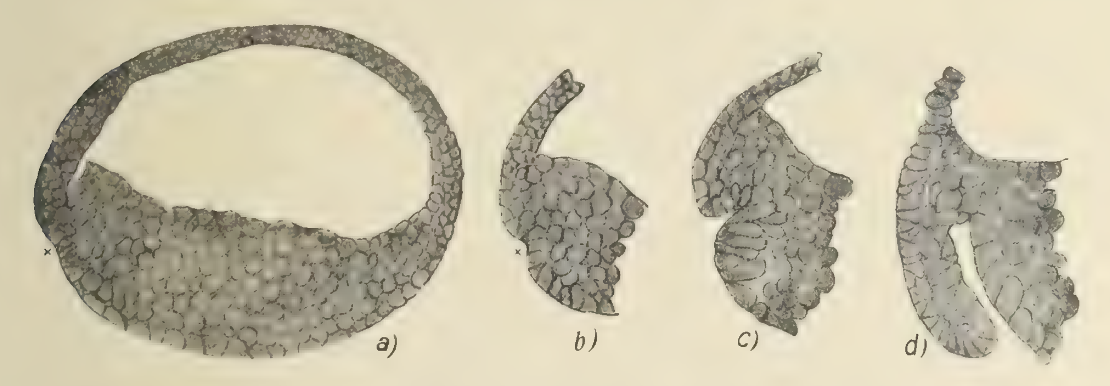
Die Krümmung der Kerbe nimmt zu, bis der Blastoporus nach oben zu halbkreisförmige Begrenzung bekommen hat. Der über ihm liegende Wulst bildet nun die dorsale Blastoporuslippe. Allmählich nimmt der Durchmesser des an seinem oberen Dorsalrand scharf begrenzten, an seinem ventralen allmählich flach auslaufenden Blastoporus ab, bis er kurz vor der Bildung der Neuralanlage einen feinen Querspalt bildet. Der mit seinem unteren Rand die Blastoporuslippe bildende Wulst nimmt unterdessen an Durchmesser stark zu, was das Emporrücken der früher erwähnten, über ihm liegenden Ringe bewirkt, die, an Länge immer mehr zunehmend, schließlich um den ganzen Embryo herumläuft, wodurch der den Rest der Keimhöhle umgebende Teil der Mikromerenwand ihm wie eine Kappe aufsitzt.



Figur 481. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Teil eines Medianschnittes durch ein Stück der Mikromeren-Decke einer Gastrula.* Beginnende Mehrschichtigkeit. (Nach Glaesner)

In einem gewissen Stadium der Gastrula wird die Mikromerendecke an dem Ort der früheren maximalen Zellvermehrung wieder 1-schichtig; und zwar nach Ansicht verschiedener Autoren dadurch, daß die Zellen einer Schicht sich zwischen die der anderen »einkeilen« (im Gegensatz zu Scott, der eine Auswanderung der Zellen der inneren Lagen an den Keimhöhlenwänden nach dem Boden als die Ursache hiervon erklärt). Dieses Einschichtigwerden erfolgt (nach Ansicht Gläsners) durch Zellteilung.

Der Anteil des Wachstums der Blastoporuslippe an der Urdarmbildung ist ziemlich klein. Die Gastrulation erfolgt mit Ausnahme ihres letzten Teiles im wesentlichen durch eine echte Einstülpung so wie bei *Branchiostoma,* nur zu einem kleinen Teil durch Auswachsen und Überwachsen der Blastoporuslippe. Die Verkleinerung der Keimhöhle erfolgt durch Hebung ihres Bodens am Hinterende zunächst in einem kleinen, dann immer größeren Bereich, der durch einen Knick gegen den übrigen abgegrenzt wird, bis schließlich der ganze Boden davon ergriffen wird, wodurch auch sein epithelialer Zusammenhang verloren geht. Die Makromeren werden aus dem Verband gedrängt und erfüllen schließlich ganz unregelmäßig den Keimhöhlenrest.

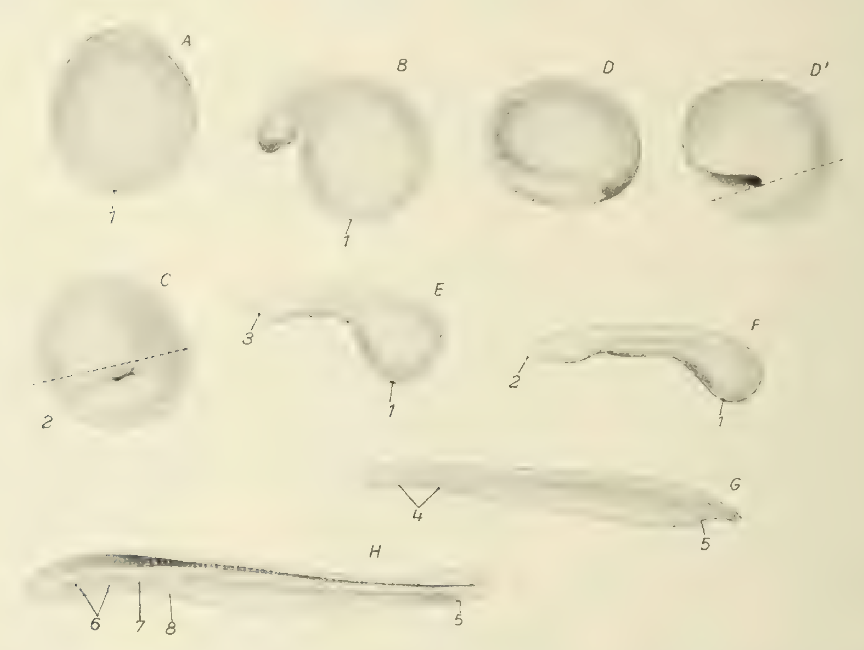


Figur 482. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Medianschnitte durch Gastrulations-Stadien.* ***a*** der Hügel des Keimhöhlen-Bodens hat sich der Mikromeren-Wand angelegt; ***b*** bis ***d*** Schnitte durch die Blastoporus-Gegend verschiedener Stadien. (×) erste Andeutung des Blastoporus. (Nach Glaesner)

Nach vollendeter Gastrulation sind die eingestülpten Makromeren im Inneren locker gefügt, während sie nach außen hin, sowie an den um den Urdarm gelegenen Teilen fest zusammengeschlossen sind. Die Elemente des Urdarmes beginnen sich in einer Schicht anzuordnen und beim Auftreten der Neuralanlage liegt zwischen Darmlumen und äußerer Körperschicht nur 1 Zellschicht, die dorsale Urdarmwand. Ihre aus Makromeren gebildeten Zellen sind dabei den Mikromeren der Keimhöhlendecke an Kleinheit gleich geworden. Sobald die Neuralanlage entsteht, ist auch die Einschichtigkeit des Urdarms vollständig erreicht, der sich bis dahin noch weiter eingestülpt hat.

Bei vollendeter Gastrulation ist auch die ganze ventrale Seite bis zum Blastoporus mit einer kleinelementigen Epithelschicht überzogen; sie erfolgt durch Sonderung einer äußeren Schicht von der inneren, deren Zellen sich aus der Übergangszone der Makromeren differenzieren.

Wir haben schließlich das Bild der fertigen Gastrula vor uns, in der die Keimhöhle verschwunden ist und eine äußere Schicht durch einen Spalt von dem inneren Inhalt getrennt erscheint, der, aus den Makromeren bestehend, jetzt ganz fest zusammengeschlossen ist. Nun besteht der Embryo überall aus 2 deutlich getrennten Schichten, deren äußere das Ektoderm, deren innere das Entoderm darstellt. Er hat an Höhe beträchtlich abgenommen, seine Längsachse hat eine Drehung in der Medianebene erlitten, die dem Winkel des absoluten Wachstums der Blastoporuslippe entspricht. Der kleiner gewordene Blastoporus selbst ist halbkreisförmig, nach unten flach verlaufend. Der Urdarm durchzieht den Embryo der Länge nach an der Dorsalseite und hat annähernd kreisförmigen Querschnitt.



Figur 483. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: die jüngsten Entwickelungs-Stadien.* ***D'*** stellt eine Ansicht von ***D*** von der anderen Seite dar. (*1*) Blastoporus; (*2*) Lippen-Vorragung; (*3*) äußere Mund-Grube; (*4*) Kiemen-Spalte; (*5*) Anus; (*6*) Kiemen-Einstülpung; (*7*) Herz; (*8*) Leber. (Nach Hatta)

Gläsner bestreitet die Ansicht Hattas, daß nicht die Mikromeren, sondern die Makromeren, und zwar durch eigene Aktivität die einzelnen Formveränderungen bei der Gastrulation hervorrufen, wie zum Beispiel die Bildung der konischen Hervorragung; ebenso bestreitet er die Bedeutung der Grenzrinne (siehe oben) als einer selbständigen Erscheinung.

Die weitere Entwickelung von der Gastrula an spielt sich (nach Hatta) folgendermaßen ab:

Die schon im letzten Stadium der Gastrulation (Stadium 1) kenntliche Kopffalte erhebt sich nun über die allgemeine Oberfläche des Embryos und ist teilweise von ihm abgehoben, ein wenig gegen den dem Blastoporus gegenüberliegenden Pol vorgezogen, jedoch infolge der Begrenzung innerhalb des Chorions natürlicherweise rückwärts gebogen und gegen das Blastoderm gepreßt. Der vorher nur schwach merkliche Neuralgrat oder Rücken erhebt sich längs der dorsalen Längslinie als Vorragung (Stadium 2). Sodann wird an der Spitze des Kopfteils die dorsale, mittlere, labiale Vorragung und dicht ventral von ihr die äußere Mundgrube sichtbar. Einige wenige mesoblastische Somiten und 2 Paar (das 1te und 2te) der Kiemeneinstülpungen treten auf (Stadium 3).

Der Embryo macht in der Ei-Hülle dann eine eigentümliche Krümmung durch, die durch die außerordentlich große Verlängerung der Kopffalte bewirkt wird, wodurch

der Kopf auf dem ausgedehnten Dottersack liegt. Das 3te Paar der Kiemeneinstülpungen erscheint. Wenn zu Ende dieses Stadiums (Stadium 4) die Ei-Hülle aufgebrochen ist, streckt sich der Embryo und wird retortenförmig. In diesem Retorten-Stadium hat er 3 bis 4 Kiemen-Einsackungen. Zugleich mit der äußeren Entwickelung gehen tiefgreifende innere Veränderungen Hand in Hand. Es beginnt die 1te Entwickelung der Vorniere, des Herzens, der Leber.

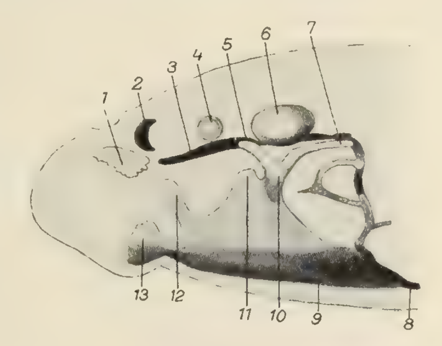
Hierauf (Stadium 5) schlüpft der Embryo als »pistolenförmiges« Gebilde aus und hat dann 5 Kiemeneinstülpungen.

Nun beginnt (Stadium 6) der Schwanzteil zu wachsen und sich zuzuspitzen, so daß die Dottererweiterung zwischen der Kopffalte und der Schwanzvorwucherung zu liegen kommt. 6 bis 7 Paar Kiemen sind vorhanden. Die Kiementaschen beginnen sich nach außen zu öffnen und zu Ende dieses Zeitraums erlangen alle Paare der bleibenden Kiemen eine freie Verbindung mit der Außenwelt.

Im folgenden (7ten) Stadium gelangen die Dorsalflosse und ein großer Teil der kaudalen zur Entwickelung. Das Stomodaeum hat jedoch noch keine äußere Öffnung, und die Eingeweide sind noch mit Dotter-Zellen gefüllt. 7 offene Paare und 1 blindes Paar Kiemen sind gebildet.

Schließlich folgt darauf (Stadium 8) *die freischwimmende Larve, der Ammocoetes*, die keinerlei Dotter mehr enthält und deren Eingeweide mit Diatomeen gefüllt sind.

Figur 484. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *gallertgewebliche und hyalinknorpelige Bestandteile des Kopf-Skeletts von einem 12 Zentimeter langen Ammocoetes.* (*1*) pränasale, gallertige Platte; (*2*) Nasen-Kapsel; (*3*) vorderer Parachordalknorpel; (*4*) Auge; (*5*) gallertiger rostraler Fortsatz des Hyoidbogens; (*6*) Ohr-Kapsel; (*7*) kaudaler Fortsatz des Hyoidbogens; (*8*) hyalinknorpeliger Kiemen-Bogen; (*9*) präbranchiale, gallertige Platte; (*10*) gallertiger Hyoidbogen; (*11*) gallertiger Mandibularbogen; (*12*) gallertiger Prämandibularbogen; (*13*) gallertiger Lippen-Fortsatz der Präbranchialplatte. (Nach Tretjakoff)



Figur 484.

Im folgenden sollen nun die Entwickelungsvorgänge, sowie die Verhältnisse der einzelnen Organ-Systeme während des Larvenlebens, soweit sie nicht schon bei der Beschreibung *des erwachsenen Tieres* berücksichtigt worden sind, Darstellung finden. Vor allem die Verhältnisse beim *Ammocoetes-Stadium.*

Leibeshöhlenbildung der Petromyzoniden

Am 14ten Tage entsteht beim Petromyzoniden-Embryo (nach Hatta) an *Lampetra reissneri* (Dybowski) die wahre Leibeshöhle zu beiden Seiten der Leber-Anlage und des Anfangsabschnittes des Mitteldarms, die beide an Umfang stark abgenommen haben, wodurch das splanchnische Peritoneum vom somatischen getrennt wird, die bisher unterdrückte Leibeshöhle auftritt und die steile Querwand des splanchnischen Peritoneums vor dem Sinus venosus und dem Ductus Cuvieri von beiden Seiten und von unten abgerundet wird. Im Laufe der Differenzierung des Darmkanals nimmt die Leibeshöhle an Breite und Länge immer mehr zu und umgibt schließlich den Darmkanal seiner ganzen Länge nach.

Schleimknorpel des Ammocoetes

Im Kopf *des Ammocoetes* tritt eine (zuerst von Schneider und Kaensche untersuchte) besondere hyaline vollkommen durchsichtige Schicht auf, die mit dem Namen Schleimknorpel bezeichnet worden ist und von einer Anzahl von Autoren als der Vorläufer des hyalinen Knorpels des erwachsenen Tieres gedeutet wurde, der aus ihr hervorgehen soll, während andere diesen Übergang bestreiten und die beiden Gewebe als vollständig voneinander verschieden bezeichnen. Tretjakoff hat diese Ansicht auf Grund seiner Forschungen besonders scharf betont. Er bestreitet die Knorpelnatur des Schleim-

knorpels, den er als basophiles Gallertgewebe bezeichnet und dem gegenüber der hyaline Knorpel eine vollständig selbständige verschiedene Erscheinung darstellt.

Nach den Angaben von Gaskell und Sewertzoff bildet dieser Schleimknorpel an der Dorsalseite des Kopfes beim *entwickelten Ammocoetes* eine seitlich mit einer 3-eckigen ventrolateralen Platte verbundene rostrodorsale Platte. Die an diese beiden Platten ansetzenden Teile werden von beiden Autoren verschieden dargestellt.

Nach Tretjakoffs Untersuchungen findet sich dagegen im dorsorostralen Kopfgebiet nur eine schmale, gallertige Platte vor dem innerhalb einer halbkreisförmigen Bucht am Hinterrand dieser Platte liegenden Geruchs-Organ. Eine mächtige Anhäufung basophilen Gallertgewebes sammelt sich beim *erwachsenen Ammocoetes* in den tiefen Hautschichten über dem Pineal-Organ, die aber eine andere Struktur *als die larvalen, gallertigen Schichten* und *auch eine ganz andere Entwickelung aufweist.* Während der kaudale Rand der pränasalen Platte scharf vom umgebenden lockeren Bindegewebe abgegrenzt ist, geht sie am rostralen Rand unmerklich in das zwischen Muskelschicht, Oberlippe und Corium eingeschlossene Gewebe über. Diese Platte ist keine Anlage des dorsalen Deckknorpels beim *erwachsenen Tier*, der nach der Verwandlung der gallertigen Platte in die Anhäufung von Fettglykogen-Zellen am hinteren Deckknorpelrand ganz selbständig auftritt. Blutgefäße dringen in dieses gallertige Gewebe nicht ein. Am Ventralrand der Oberlippe findet sich weiter eine mit ihren äußeren Zellen dem Corium anliegenden gallertige Schicht, deren innere, unter der Mundschleimhaut gelegene Zellen Muskelbündel enthalten. Sie gehört schon der lateroventralen (präbranchialen) Platte an und bildet die Lippenfortsätze ihres Vorderrandes, mit dem sich diese in der in



Figur 485.

Figur 485. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: frontaler Querschnitt durch den gallertigen Mandibularbogen des Ammocoetes.* (*1*) rostraler Fortsatz des gallertigen Hyoidbogens; (*2*) hyalinknorpeliger Mandibularbogen; (*3*) Parachordalknorpel; (*4*) Aorta; (*5*) Musculus velohyoideus; (*6*) gallertige äußere Velumplatte; (*7*) Velum; (*8*) Musculus velocranialis; (*9*) Musculus velothyreoideus; (*10*) mediane gallertige Platte; (*11*) Musculus sublabialis; (*12*) präbranchiale, gallertige Platte; (*13*) Musculus pharyngeus; (*14*) gallertiger Mandibularbogen; (*15*) Musculus buccalis posterior superficialis. (Nach Tretjakoff)

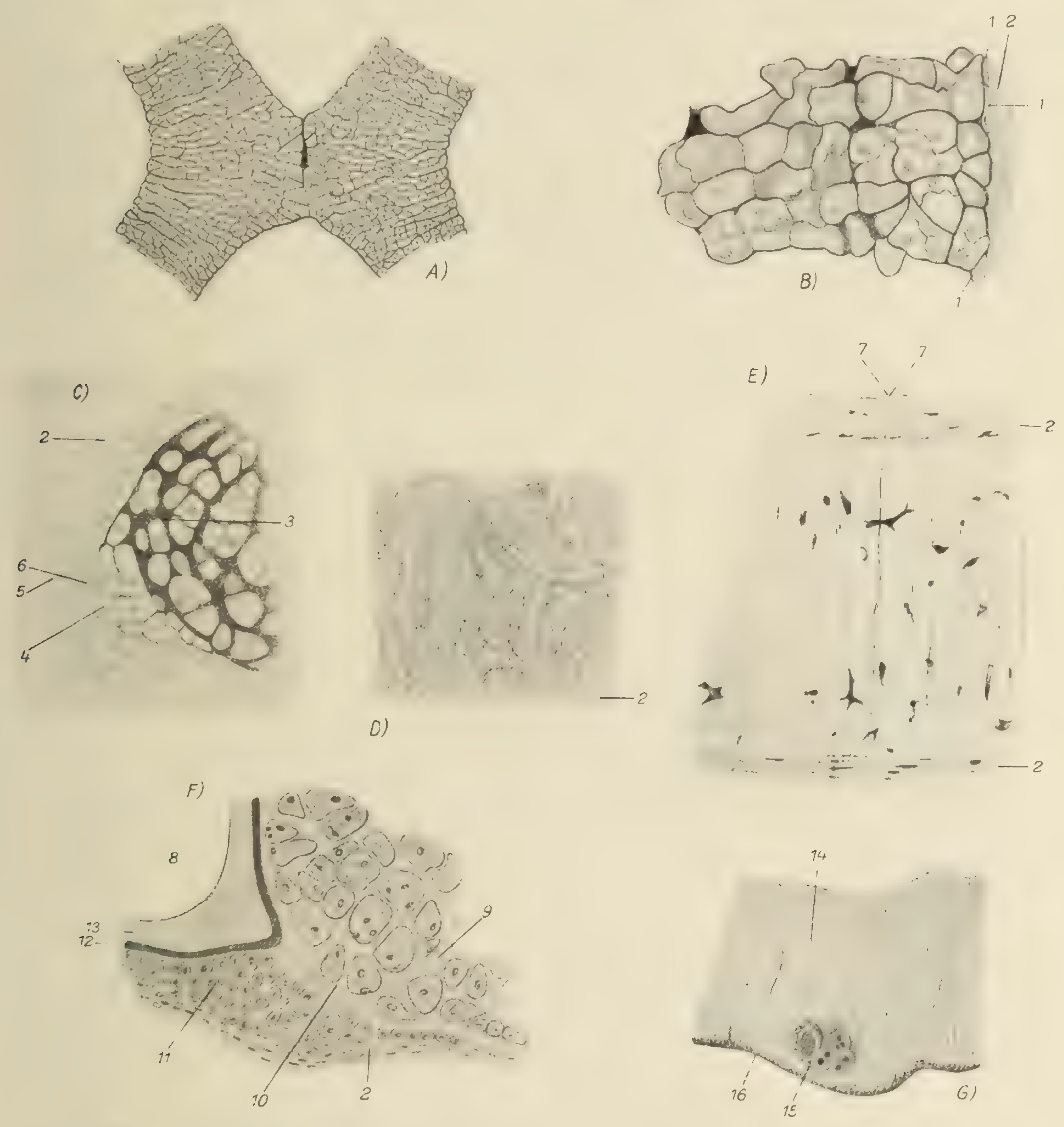
der ventralen Lippe befindlichen medialen Partie verbinden. Verbindungen zwischen ihr und der pränasalen Platte bestehen (nach Tretjakoff) nicht. Hinter den Lippenfortsätzen entstehen von der präbranchialen Platte die vorderen Prämandibularbalken. Ihre mediane Partie wird (nach Sewertzoff) durch einen Muskel (den Musculus buccalis posterior profundus) in 2 Hälften gespalten, von denen die ventrale Schicht glatten, scharf abgegrenzten lateralen Rand besitzt, während sich die dorsale Schicht beiderseits in einen fast die Höhe des Munddaches erreichenden keulenförmigen Balken fortsetzt, ohne sich mit der präanalen Platte zu verbinden.

Auch in den erst nach Reduktion der gallertigen Masse erscheinenden hyalinknorpeligen lateralen Knorpel geht (nach Tretjakoff) der prämandibulare Balken nicht über.

Hinter dem prämandibularen Fortsatz bleibt die Präbranchialplatte sehr dick und besitzt einen noch dickeren, abgerundeten Seitenrand. Ihre dorsale Schicht verschwindet hinter dem Musculus buccalis anterior profundus, während die ventrale weiterzieht. Sie bildet dort den mittleren mandibularen Fortsatz.

Auch der Mandibularfortsatz reicht nicht bis zu den hyalinknorpeligen Schädelteilen. Sein Gallertgewebe bleibt in den mittleren Stadien der Metamorphose, wenn die präbranchiale Platte schon nicht mehr vorhanden ist, noch seitlich vom stielförmigen

Teil des hyalinknorpeligen Mandibularbogens bestehen. Nur der am stärksten ausgebildete gallertige Hyoidbogen, der auf der Höhe der parachordalen Knorpel einen kürzeren vorderen und einen längeren hinteren Fortsatz aussendet, der hinterste Fortsatz der Präbranchialplatte, verbindet sich mit dem hyalinknorpeligen Schädel. Er



Figur 486. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Knorpelbau des Ammocoetes.* ***A*** Vereinigung der ventralen Längsstäbe eines 9 Zentimeter langen Tieres kaudal von der Thyreoidea. ***B*** Durchschnitt durch den Kiemen-Knorpel einer gleich langen Larve. ***C*** Rostrale Randpartie der Schädelbalken-Vereinigung im Sagittalschnitt von einem 4,9 Zentimeter langen Ammocoetes. ***D*** Frischer Schleim-Knorpel aus der Schilddrüsen-Platte eines 9,3 Zentimeter langen Tieres. ***E*** Querschnitt durch den Schleim-Knorpel der Schilddrüsen-Platte eines gleich großen Tieres. ***F*** Querschnitt durch die intrakraniale Chorda-Partie eines 15,5 Zentimeter langen, noch in Metamorphose befindlichen Tieres. ***G*** In die bindegewebige Chorda-Scheide eingewucherte Chondroblasten, die hier einen kleinen Knorpel-Kern bilden. (*1*) jugendliche Knorpel-Zellen; (*2*) Perichondrium; (*3*) ältere Knorpel-Zone mit reichlicher Grundsubstanz; (*4*) zelluläre Apposition des neuen Knorpels; (*5*) 1te Spuren der primären Kitt-Substanz; (*6*) Knorpel-Zellen; (*7*) in das Perichondrium austretende Faser-Bündel des Schleim-Knorpels; (*8*) Chorda; (*9*) Larven-Knorpel; (*10*) breite Grundsubstanz-Lage als Grenze zwischen neuem (*11*) und Larven-Knorpel (*9*); (*11*) neuer Knorpel; (*12*) Elastica; (*13*) Chorda-Scheide; (*14*) innere, von der Elastica bedeckte Scheiden-Oberfläche; (*15*) Knorpel-Kern; (*16*) äußere, von der Elastica bedeckte Scheiden-Oberfläche. (Nach Schaffer)

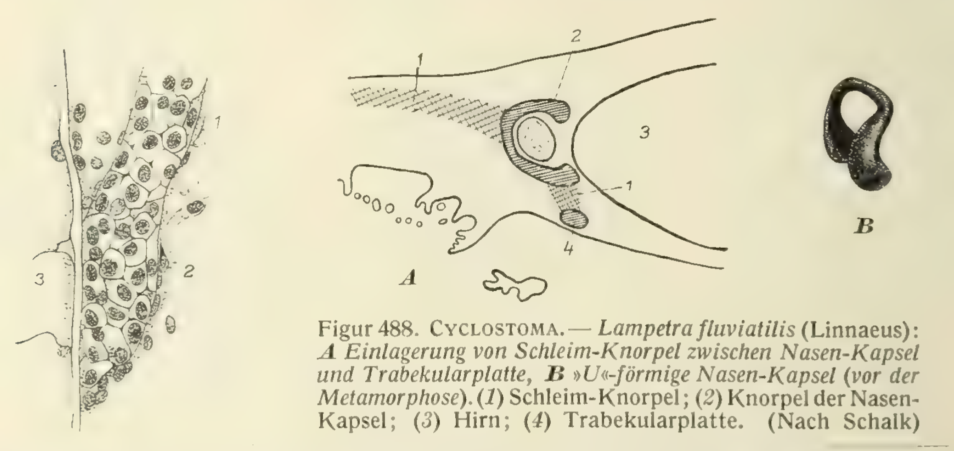
ist unterhalb der genannten Fortsätze stark verdickt und diese Verdickung setzt sich auch an der Innenseite der präbranchialen Platte ventralwärts fort.

Der vordere Fortsatz des Hyoidbogens verbindet sich mit der mandibularen Knorpelanlage, von deren hyalinem Knorpel er aber immer deutlich abgegrenzt ist; der hintere Fortsatz vereinigt sich mit dem dorsalen Teil des 1ten hyalinknorpeligen Kiemenbogens.

Am Boden des Schlundes erhebt sich eine sagittale Medianleiste, die einen sagittalen Balken enthält, den gallertigen Vorläufer des hinteren Stempelknorpels (Cartilago glossa). Er ist an seinen Lateralflächen unmittelbar mit Schleimhaut überzogen, die untere Fläche ist von der präbranchialen gallertigen Platte durch Muskel geschieden und steht nur zwischen der hinteren und vorderen Hälfte des 1ten Kiemenbogens mit ihr in unmittelbarer Verbindung. Der vordere Stempelknorpel (Cartilago apicalis) wird während der Metamorphose direkt als Hyalinknorpel gebildet.

Im Velum findet sich ein längerer gallertiger Strang; außerdem in der äußeren Velarlamelle ein kleines Stück Gallertgewebe an der Überkreuzung des gallertigen Hyoidbogens durch ihren Anheftungsrand.

Nach Tretjakoffs Ansicht ist das schleimknorpelige Gewebe bei *den lebenden Cyclostomen* ein Rest der allgemeinen primitiven, basophilen, gallertigen Unterhautschicht *ihrer Vorfahren*, die bei diesen vielleicht am ganzen Körper vorhanden war. Diese Ansicht wird durch Darstellungen von Gaskell und Holmgren-Stensiö gestützt.



Figur 488. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): ***A*** *Einlagerung von Schleim-Knorpel zwischen Nasen-Kapsel und Trabekularplatte,* ***B*** *»U«-förmige Nasen-Kapsel (vor der Metamorphose).* (*1*) Schleim-Knorpel; (*2*) Knorpel der Nasen-Kapsel; (*3*) Hirn; (*4*) Trabekularplatte. (Nach Schalk)

Figur 487. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Verknorpelung und Einkapselung der prochondralen Zellen in der Umgebung der Chorda.* (*1*) Trabekel; (*2*) Parachordalia; (*3*) Chorda. (Nach Schalk)

Entwickelung des Kranial- und Viszeral-Skeletts der Petromyzoniden

Während früher die Ansicht von dem mesodermalen Ursprung des gesamten Kranial- und Viszeral-Skeletts herrschend war, hat sich in der letzten Zeit durch die Untersuchungen verschiedener Autoren (Platt, von Kupffer, Schalk) die ektodermale Herkunft der Mesenchymmassen, die die knorpeligen Viszeralbögen bilden, wohl mit Sicherheit erwiesen.

Die Entwickelung der kranialen Skeletteile, die tatsächlich dem Mesoderm entstammen, geht (nach Schalk) in folgender Weise vor sich:

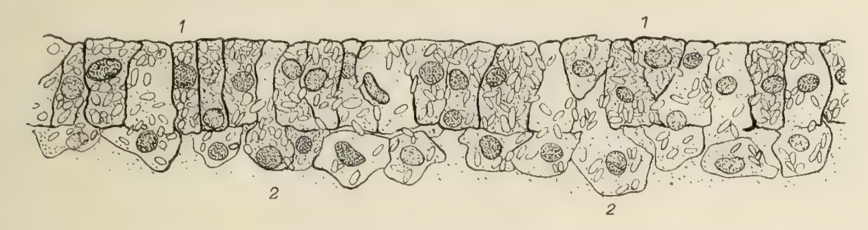
Erst wenn die knorpeligen Stäbe des Viszeralskeletts schon in Entwickelung begriffen sind, beginnen bei *der Ammocoetes-Larve* auch die ersten Teile des primordialen Craniums aufzutreten, die zu beiden Seiten der Chorda (»neutral vom Gehirn«, wie Schalk sagt) durch Verdichtung der Mesoderm-Zellen der ersten Sklerotome mesenchymatischer, von den Ursegmenten aus seitlich neben der Chorda heraufwachsender Zellmassen entstehen. Es ist die gemeinsame Anlage der Parachordalia und Trabekel, die sich, die Hypophyse umgreifend, vor ihr zu der Trabekularplatte vereinigen.

In dem Mesenchym zwischen Vorderhirn und Geruchs-Organ entsteht die Nasenkapsel. Mit dem Beginn der Verknorpelung beginnt die Nasenkapsel die anfangs rein U-förmige Form dadurch zu verändern, daß sich ihre beiden Schenkel immer mehr nach vorn krümmen. Bei *älteren Ammocoetes-Larven* lagert sich zwischen Nasenkapsel

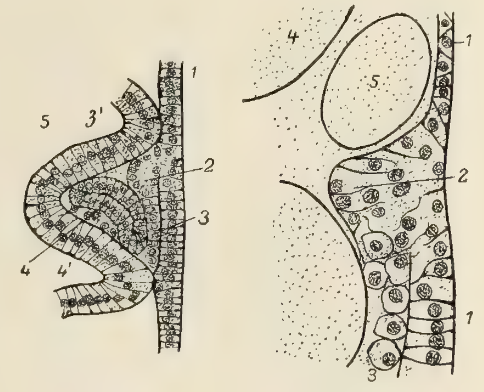
und Trabekularplatte (Verbindung beider Trabekel vor der Hypophysis) eine Schleimknorpelmasse ein. Der larvale Zustand der Nasenkapsel dauert bis zu den *letzten Stadien der Metamorphose zum fertigen Tier* an, dann entstehen die vorderen und oberen Teile der fertigen Nasenkapseln, die *die larvalen Teile* ergänzen, im Perichondrium, um hierauf mit ihnen zu einem einheitlichen Ganzen zu verschmelzen.

Dieser Darstellung steht die ältere (von Känsche) gegenüber, derzufolge die larvale Nasenkapsel nach und nach im Perichondrium nach vorn, hinten und seitwärts auswächst und dadurch allmählich die endgültige Form erhält.

Die Ohrkapseln verwachsen allmählich mit den Parachordalia. Der Acusticofacialis tritt in das Labyrinth durch die Fenestra acustica der Ohrkapsel ein; die an ihrem Boden befindliche Öffnung bildet die Austrittstelle des Facialis.



Figur 489. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zell-Abspaltungen von den langen, leistenförmigen Ektodermplakoden bei einem etwas vorgeschritteneren Ammocoetes.* (*1*) Epidermis; (*2*) Branchiodermis, in Bildung begriffen. (Nach Schalk)



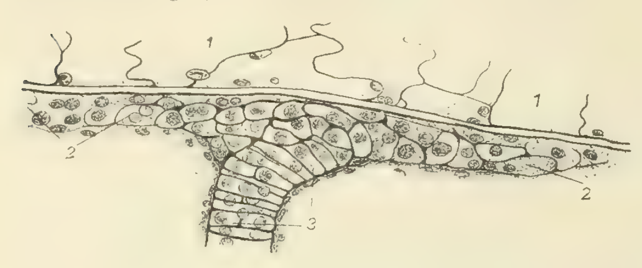
Figur 490. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Auswandern der Zellen aus der Epidermis und ihre Vermischung mit Teilen der Branchiodermis.* (*1*) Epidermis; (*2*) Plakode der Branchiodermis; (*3*) Branchiodermis; (*4*) Muskel-Platte der Viszeralbogen; (*5*) Kiemen-Darm; (*3'*, *4'*) 3te und 4te Kiemen-Tasche. (Nach Schalk)

Figur 491. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Zell-Ablösung vom äußeren Ektoderm im Bereich des Augen-Hinterrandes (gemeinsames Trigeminus-Ganglion).* (*1*) Epidermis; (*2*) Plakode der Branchiodermis; (*3*) Branchiodermis; (*4*) Hirn; (*5*) Auge. (Nach Schalk)

Dem neuralen Schädel gehören auch (nach Severtzoff) die hinter den Ohrkapseln gelegenen hinteren Parachordalia an. Es sind 2 längliche, aus dem Sklerotomgewebe der Chorda-Umgebung gebildete Knorpelbalken, die dorsal von der Achse der Chorda (epaxial) liegen und zusammen mit dem 1 ten Branchiale die Verbindung zwischen Kiemen und Kopfskelett bilden. Nasen- und Ohren-Kapseln entwickeln sich unabhängig von den übrigen Skeletteilen des Kopfes.

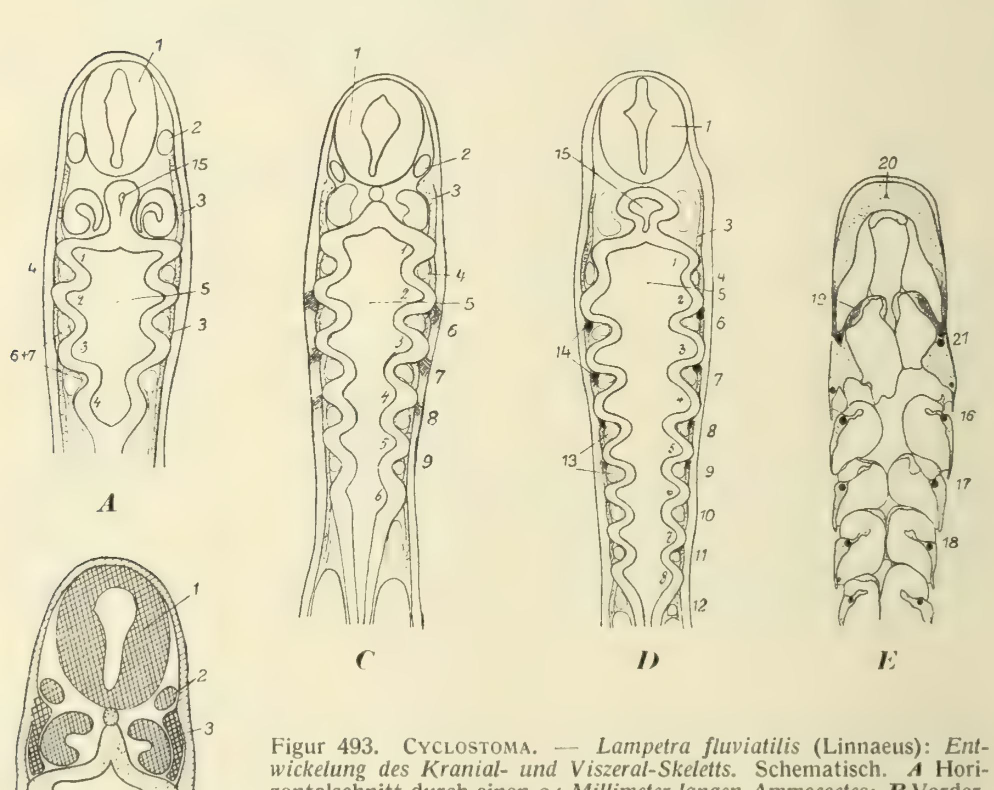
Die Kiemenknorpel, nach Dohrn mesodermale Bildungen, entstehen (nach von Kupffer, Platt, Schalk) aus ektodermalen Elementen. Nach Schalk lösen sich bei *Tieren, bei denen der Kopf sich abzuheben beginnt*, etwa vom Auge beginnend, längs des ganzen Ektoderms mehr oder weniger mächtige Zellgruppen vom äußeren Ektoderm ab, die, ventralwärts wandernd, zwischen Ekto- und Mesoderm gelangen. Es sind die Anfänge der Branchiodermis (Neurodermis, Mesektoderm). Er bestreitet damit die Ansicht von Kupffers, der diese Zell-Leisten aus einzelnen, aus dem äußeren Ektoderm in die Tiefe gedrückten und dort sich vermehrenden Zellen entstehen läßt, während nach Platts und Koltzoffs Beschreibung ihre Entstehung zum Teil auch aus vom Nervenrohr entsprießenden Zellen gebildet und in ihrer Gesamtheit auch zur Bildung von Skeletteilen, Bindegewebe und Nerven (oder Ganglien) verwendet wird. Bei *ganz jungen Tieren* geht die Zellauswanderung an einem einzigen Streifen vom Auge an über die ganze Länge des Kiemendarms vor sich, bei *weiter vorgeschrittenen Larven* dagegen beschränkt sich diese Ausscheidung der Branchiodermis-Zellen immer mehr auf einzelne Stellen dieses

Streifens (Figur 489), wo sie nach vorn und hinten, insbesondere aber auch ventralwärts auswandern. Besonders stark ist die Abspaltung bei *älteren Tieren* im Bereich des gemeinsamen Trigeminusganglions. Diese Art der Abspaltung entspricht den Plakoden (Nerven-Anlagen) nach von Kupffer.



Figur 492.

Figur 492. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Verschmelzung des Querstabes mit den Längsleisten und fortschreitende Verknorpelung.* (*1*) Chorda; (*2*) subchordaler Längsstab; (*3*) branchiale Kiemen-Spange. (Nach Schalk)



Figur 493. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Entwickelung des Kranial- und Viszeral-Skeletts.* Schematisch. ***A*** Horizontalschnitt durch einen *34 Millimeter langen Ammocoetes;* ***B*** Vorderteil einer *gleich langen Larve;* ***C*** *3,7 Millimeter langer,* ***D*** *4,3 Millimeter langer,* ***E*** *5,5 Millimeter langer Ammocoetes.* (*1*) Hirn; (*2*) Auge; (*3*) Branchiodermis; (*4*) Hyoidbogen; (*5*) Kiemen-Darm; (*6 bis 12*) 1ter bis 7ter Kiemen-Bogen; (*13*) Muskel-Platte der Viszeralbogen; (*14*) Kiemenknorpel-Anlage; (*15*) Mund-Bucht; (*16 bis 18*) 1te bis 3te Kiemen-Spange (Querstab); (*19*) Gaumen-Segel; (*20*) Muskeln; (*21*) 8te Kiemen-Spange (Querstab). (Nach Schalk)

Schon bei *ganz kleinen Ammocoeten von weniger als 4 Millimeter Gesamtlänge* treten (nach von Kupffer) die 1ten Knorpelanfänge als Verdickungen der Branchiodermis hinter dem lateral die Epidermis berührenden Teile jeder Kiemenspalte auf.

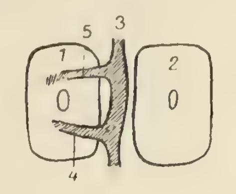
Die aus dem Verband mit der Branchiodermis herausgetretene Knorpelanlage rückt gegen den bei der Bildung der Kiementaschen aus dem ursprünglichen Mesoderm abgeschnürten, ursprünglich drehrunden, im Verlauf der Entwickelung aber abgeplatteten und gegen den Kiemendarm zu geknickten, dort in eine innere (Adduktoren-) und äußere (Konstriktoren-) Partie geteilten Muskelschlauch jedes Viszeralbogens vor und schiebt

sich zwischen die eben genannten inneren und äußeren Schichten ein. Der in der Höhe der späteren Kiemenspalten entstandene Knorpel bildet, dorsalwärts wachsend, jederseits die 7 Skelettspangen der Kiemenbogen (Querstäbe). Die umgebogenen Enden der 6 letzten Querstäbe verbinden sich mit parachordalen Längsleisten.

Kopfwärts von der 1ten Kiementasche treten in der Entwickelung Anlagen einer 8ten (eigentlich der 1ten) Kiementasche auf, die aber nicht zur Ausbildung kommen. Es ist die Schleimknorpel-Anlage, die das Extrahyale bildet.

Die von den Querspangen ausgehende Verknorpelung schreitet in den parachordalen Längsleisten kopf- und kaudalwärts fort, wodurch hammerförmige Gebilde entstehen. Schließlich vereinigen sich die Parachordalia zu einheitlichen Gebilden, den subchordalen Längsstäben (nach Schaffer), die mit der Chorda nicht verbunden, sondern von ihr durch einen von Perichondrium gefüllten Raum getrennt sind.

Die kopfwärts umgebogenen ventralen Enden der 6 hinteren Querstäbe wachsen aus und vereinigen sich bald zu den ventralen Längsstäben (Schaffer). Eine den dorsalen parachordalen Längsleisten ähnliche Anlage ist ventral nicht vorhanden. Die ursprünglich geraden ventralen Längsstäbe biegen sich von der 5ten Kiementasche an nach vorn zur Aufnahme der stets mächtiger werdenden Thyreoidea immer weiter auseinander.



Figur 494. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *erste Anlage des hypo- und epitrematischen Fortsatzes des 1ten Querstabes.* (*1*) 1te, (*2*) 2te Kiemen-Tasche; (*3*) 1tes Branchiale (Kiemen-Spange); (*4*) hypotremaler, (*5*) epitremaler Fortsatz. (Nach Schalk)

Figur 495. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Vorderende eines 15 Zentimeter langen Ammocoetes mit freipräpariertem Kiemen-Skelett.* ***A*** Von unten gesehen. ***B*** Von der Seite, nach Entfernung der ventralen Körper-Muskulatur. ***C*** Ebenso, nach Entfernung der ventralen und dorsalen Körper-Muskulatur der rechten Seite mit vollkommen freigelegtem Kiemen-Skelett. (*1*) von den Tentakeln geschlossener Mund-Eingang; (*2*) Boden der Mund-Rachenhöhle, aus Schleim-Knorpel bestehend, der direkt übergeht in (*4*); (*3*) 2ter Kiemen-Sack und dessen Muskeln; (*4*) Schilddrüsen-Platte; (*5 bis 9*) 3ter bis 7ter Kiemen-Sack und dessen Muskeln; (*10*) mediale Vereinigung von (*11*) mit dem der Gegenseite unter dem 5ten bis 7ten Kiemen-Sack; (*11*) ventraler Knorpel-Längsstab; (*12 bis 18*) 1ter bis 7ter Knorpel-Querstab; (*19*) Knorpel-Schlinge des 1ten Querstabes (*12*) um die 1te Kiemen-Öffnung; (*20*) Muskeln des 1ten Kiemen-Sackes; (*21*) Bogen des hypotremalen Längsstabes; (*22*) Knorpel-Schlinge des 7ten Querstabes (*18*) um die 7te Kiemen-Öffnung; (*23*) knorpelige Ohr-Blase; (*24*) kaudaler Rand der schleim-knorpeligen Mund-Rachenhöhlenplatte; (*25*) subchordaler Längsstab; (*26*) Bogen des epitremalen Längsstabes; (*27*) Achsenrohr, Chorda und Rückenmark umhüllend. (Nach Schaffer)

Die ventralen Längsstäbe bilden dann weiterhin 6 medianwärts gerichtete Ausbiegungen zwischen je 2 benachbarten Querstäben; die gegenüberliegenden Bogen der ventralen Längsstäbe hinter der Thyreoidea verwachsen miteinander; die ursprünglich fast in einer Querebene gelegenen 7 Querspangen entwickeln bald dorsal und ventral von den äußeren Öffnungen der Kiementaschen kopfwärts gerichtete knorpelige Längsfortsätze, deren untere den vorderen Querstab erreichen und den hypotremalen Längsstab (Schaffer) bilden, während die über den Kiemenöffnungen liegenden frei endigen (epitremaler Längsstab nach Schaffer). Der hypo- und epitrematische Fortsatz des 1 ten Querstabes, die beide ursprünglich frei endigen, vereinigen sich bald zu einer Knorpelspange, die das 1 te Kiemenloch umgreift (Figur 494).

Das 1 te Branchiale und die Parachordalia vermitteln die Verbindung zwischen Kopf- und Kiemen-Skelett. Schon im Vorknorpel-Stadium bildet sich eine Verbindung der hinteren Parachordalia mit den kopfwärts umgebogenen Enden der 1 ten Querstäbe des Viszeralskeletts. Im Laufe der Entwickelung verbinden sich die hinteren Parachordalia und Trabekel und bilden dann den knorpeligen Boden des chordalen Schädelabschnittes. Auch mit dem medialen ventralen Rand der knorpeligen Labyrinthblase verbindet sich das Parachordale eine Strecke weit.

Kopfmuskeln des Ammocoetes

Die *larvalen* Kopfmuskeln der Petromyzoniden sind nicht so scharf voneinander abgesondert, wie die *des erwachsenen Tieres.*

Es sind folgende Muskeln festzustellen:

(1) Der hinter dem Nasengang entspringende, vorn mit spitzem Endstück an der rostralen Gallertplatte endigende, an der inneren Coriumseite ohne Sehne ansetzende Musculus supraocularis, der bei der Beiseitebiegung der Oberlippe durch den Lippenmuskel Hilfe leistet und vom gleichnamigen Nerven versorgt wird.

(2) Der von einem unsegmentierten Blatt gebildete, hinten von der den Kaudalrand von (1) bildenden Myosepte entspringende, vorn etwas vor (1) reichende, an das Corium befestigte Musculus subocularis, der auch den noch ungesonderten Musculus cornealis und praebranchialis *des erwachsenen Tieres* umfaßt. Er wird vom Nervus subocularis innerviert.

(3) Der medial vom oberen breiten Teile von (2) liegende Musculus buccalis posterior superficialis. Er inseriert am Vorderrand des vordern Fortsatzes des gallertigen Hyoidbogens und zieht unter der Augenhöhle in die Oberlippe, wo seine Fasern in die oberflächliche Lippenmuskelschicht eindringen und im lockeren Bindegewebe des Coriums endigen. Er hat eine ähnliche Funktion wie (1) und wird von dem Nervus basilaris des Trigeminus II versorgt. Er entspricht dem Musculus basilaris, Musculus spinosocopularis und den beiden Musculi tecto-spinosi *des erwachsenen Tieres.*

(4) Der in seinem Mittelfeld aus senkrechten, in seinen oberflächlichen Schichten aus transversalen Fasern bestehende, außerdem auch schräg aus dem hinteren Randteil der Lippen hervorgehende, zum Vorderrand der gegenüberliegenden Lippenhaut ziehende Fasern aufweisende Musculus buccalis externus, der die Oberlippe ausfüllt und dessen Fasern, in der Nähe des Geruchs-Organs in Längsrichtung übergehend, jederseits fast bis zu dem unter dem Riech-Organ liegenden rostralen Endstück der Parachordalknorpel ziehen, von dem sie durch derbes Bindegewebe getrennt bleiben.

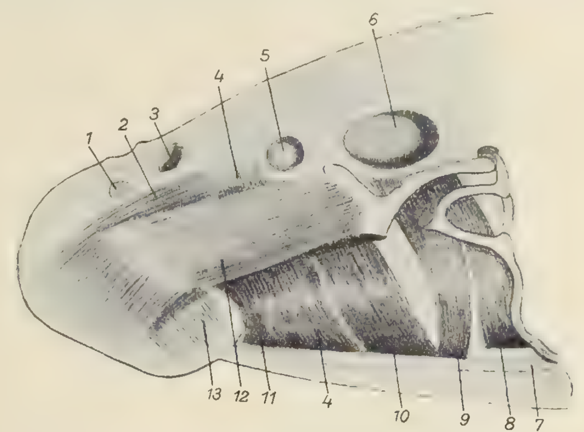
(5) Zwischen der gallertigen Platte des ventralen Lippenrandes und der Mundschleimhaut laufen hauptsächlich einander parallele, an der inneren Seite von (4) ziehende Fasern als transversale, dünne, innere Schicht, die den Musculus buccalis anterior internus bilden, der *schon beim Ammocoetes* mit (4) zu verschmelzen beginnt und mit ihm zusammen bei *der Metamorphose* sich in den Musculus annularis *des erwachsenen Tieres* verwandelt. Beide Muskeln werden vom Nervus apicalis versorgt. Der Musculus lingualis proprius, Musculus tendino-apicalis und Musculus tecto-lateralis *des erwachsenen Tieres* gehört diesem gemeinsamen Lippenmuskel *des Ammocoetes* an.

(6) Der nur undeutlich von (5) getrennte, sich hinten an ihn mit derselben Faserrichtung anschließende Musculus depressor labii superioris, der von der Ober- zur Unter-Lippe zieht und in die durch ihn in 2 Schichten geschiedene gallertige präbranchiale Platte geht. Er nähert die Mundzotten einander und zieht bei seiner Kontraktion die Oberlippe abwärts. Innerviert wird er von einem Ast des Nervus apicalis. Beim *erwachsenen Tier* entspricht ihm der Musculus tecto-lateralis.

(7) Der beim *Ammocoetes* aus einem Vorder- und einem Hinter-Teil bestehende Musculus pharyngeus, dessen vordere Partie von der Seitenfläche der häutigen vorderen Hirnschädelmembran im Gebiet zwischen Riech-Organ und Auge entspringt, dessen

obere Insertionsgrenze auf der Höhe des oberen Augenhöhlenrandes liegt und der medial von (3) und unmittelbar hinter (6) abwärts zieht, in die präbranchiale Gallertplatte eindringt und auf die andere Kopfseite übergeht. Die hintere Muskelportion entspringt unterhalb der Augenhöhle von der ventralen Schädelseite, hauptsächlich von den lateralen Seiten des Parachordalknorpels, und zieht gleichfalls ventralwärts, ohne in die gallertige Platte einzudringen, sondern über ihr verlaufend. Der vordere Muskelteil vermag die ganze gallertige Platte dorsalwärts zu ziehen, der hintere kann nur die Schleimhaut am Schlundboden heben. Zwischen dem hinteren Muskelteil und dem Musculus subocularis liegt der gallertige Mandibularbogen. Der Muskel wird von dem Nervus suprapharyngeus und Nervus subpharyngeus innerviert.

(8) Der dicht unter dem Geruchs-Organ im dorsolateralen Schlundgebiet horizontal verlaufende, vom Velum in die Oberlippe vorwärtsziehende, unmittelbar zwischen der Schlundschleimhaut und dem vorderen Musculus-pharyngeus-Teil befindliche Musculus labio-pharyngeus, dessen Hinterende sich am Vorderrand des gallertigen Mandibularbogens anheftet. Er nähert den oberen Grenzteil zwischen Mundhöhle und Schlund dem Velargebiet; zusammen mit (7) bewirkt er eine Verkleinerung des Schlundhöhlenraums. Innerviert wird er von einem Ast des Trigeminus II. Beim *erwachsenen Neunauge* bildet er den Musculus tecto-mandibularis.



Figur 496. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: oberflächliche Kopf-Muskulatur des Ammocoetes nach Abtragung der parietalen Muskeln.* (*1*) gallertige pränasale Platte; (*2*) Musculus buccalis anterior externus; (*3*) Nasen-Kapsel; (*4*) vorderer Teil des Musculus pharyngeus; (*5*) Auge; (*6*) Ohr-Kapsel; (*7*) gallertige präbranchiale Platte (im Längsschnitt); (*8*) hinterer Teil, (*9*) vorderer Teil des Musculus constrictor branchialis; (*10*) hinterer Teil des Musculus pharyngeus; (*11*) Musculus depressor labii superioris; (*12*) Musculus buccalis posterior superficialis; (*13*) Musculus buccalis anterior internus. (Nach Tretjakoff)

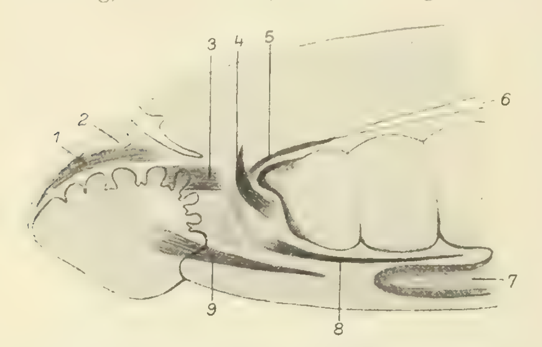
(9) Der Musculus sublabialis, dessen Fasern zwischen Mundschleimhaut und (5) am hinteren Oberlippenabschnitt parallel zu (5) verlaufen und hinter den gallertigen Lippenfortsätzen der präbranchialen Platte ein dickes Bündel unter den Mundzotten bilden. Der Muskel zieht aus den Lippen in den Bodenteil des Schlundes, tritt in die präbranchiale Platte ein, um oberhalb von (6) und (7) bis zum ventralen Ende des 1ten Kiemenbogens zu verlaufen und endet hinten ungefähr unterhalb des kaudoventralen Velum-Endstückes. Seine hintere Hälfte liegt im lockeren Bindegewebe der sagittalen, in die mediane gallertige Platte eingeschlossenen Medianleiste. Die Vorderhälfte des Muskels zieht die Oberlippe nach hinten und abwärts, die hintere Hälfte verjüngt den Hohlraum des Schlundes und stärkt mit (7) seine Saugwirkung. Innerviert wird er von einem Ästchen des Nervus mandibularis. *Im erwachsenen Tier* entspricht ihm der Musculus mandibulari-apicalis.

(10) Der hinter der Augenhöhle, zwischen dem Parachordalknorpel und dem Ganglion subopticum trigemini als kegelartiges, allseitig vom ebenfalls kegelförmigen Blutsinus (Sinus velo-cranialis) umgebendes Endstück entspringende Musculus velocranialis, dessen Fasern über die innere Velarlamelle eindringen und sich an deren medialer Seite fächerförmig ausbreiten. In Verlauf und Innervierung entspricht er dem gleichen Muskel beim *erwachsenen Tier*. Er hat die Aufwärtsziehung der oberen Hälfte der inneren Velarplatte zu besorgen.

(11) Der in Form von 3 bis 4 in dem Sinus unter der Ohrkapsel verlaufenden Muskelbündeln vom hinteren Fortsatz des gallertigen Hyoidbogens entspringende Musculus velo-hyoideus; dessen einzelne Bündel sammeln sich an der äußeren Velarlamelle zu einem den Sinus in horizontaler Richtung verlassenden, in diese Lamelle eintretenden Muskelstrang, der, innerhalb der Lamelle absteigend, die äußere Seite der äußeren Lamelle divergierend bedeckt. Der dem Sinus angehörige Teil dient wohl zur Beschleunigung der Blutzirkulation, der im Velum verlaufende der Aufwärtshebung der äußeren Velarplatte. Der Muskel wird von einem Ast des Nervus mandibularis innerviert. Beim

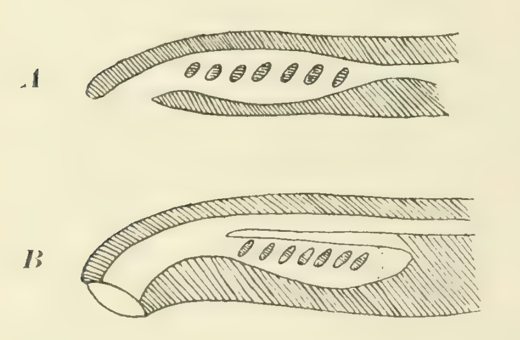
erwachsenen Tier entspricht sein übrig bleibender Intervelarteil dem Musculus velomandibularis ascendens und Musculus pharyngeus posterior.

(12) Der am Boden des Kiemendarms vor dem Ductus thyreoideus entspringende, neben der Vorderhälfte der Schilddrüse innerhalb eines Blutsinus vorwärts bis zum ventrokaudalen Endstück des Velums verlaufende, dort in dieses eintretende Musculus velo-thyreoideus, dessen Fasern innerhalb der Velarplatte divergierend vorwärts und etwas aufwärts verlaufen. Er hat die untere Hälfte beider Velarlamellen in sagittaler Richtung, sein hinterer, im Sinus liegender Teil die Beschleunigung der Blutzirkulation in diesem zu besorgen, wird ebenfalls von einem Ästchen des Nervus mandibularis versorgt und stellt den Musculus velo-mandibularis und die Stempelmuskulatur *des erwachsenen Tieres* dar.



Figur 497. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: tiefe Muskulatur im halbierten Kopf des Ammocoetes.* (*1*) Musculus buccalis anterior externus und internus; (*2*) gallertige Pränasalplatte; (*3*) Musculus labiopharyngeus; (*4*) Musculus velocranialis; (*5*) Musculus velohyoideus; (*6*) Chorda; (*7*) Thyreoidea; (*8*) Musculus velothyreoideus; (*9*) Musculus sublabialis. (Nach Tretjakoff)

(13) Der vom Parachordalknorpel unterhalb der Ohrkapsel entspringende, unter dem hinteren Fortsatz des gallertigen Hyoidbogens abwärts steigende, die Vorderwand des 1ten Kiemensackes bedeckende Musculus constrictor praebranchialis, dessen ventraler Abschnitt sich in einen vorderen und einen hinteren Teil spaltet, zwischen denen sich die gallertige präbranchiale Platte mit der medianen gallertigen Platte verbindet. Die Fasern des vorderen Teiles gehen am Kiemendarmboden vor der Thyreoidea auf die andere Körperseite über. Im Gebiet dieser Drüse endigen die Muskelfasern des hinteren, etwas dickeren Teils jederseits an der Wand des den (12) enthaltenden Sinus. Unter dem hinteren Ohrkapselteil geht seine Ursprungslinie vom Parachordalknorpel an die äußere Wand der Vena jugularis über. Er hat die Vorderwand des 1ten Kiemensackes zusammenzudrücken und dabei auch die Vena jugularis und den Blutsinus von (12) zu erweitern, wird vom Nervus hyoideus und dem Nervus glossopharyngeus innerviert und entspricht dem Musculus constrictor branchialis externus I *des erwachsenen Tieres.*

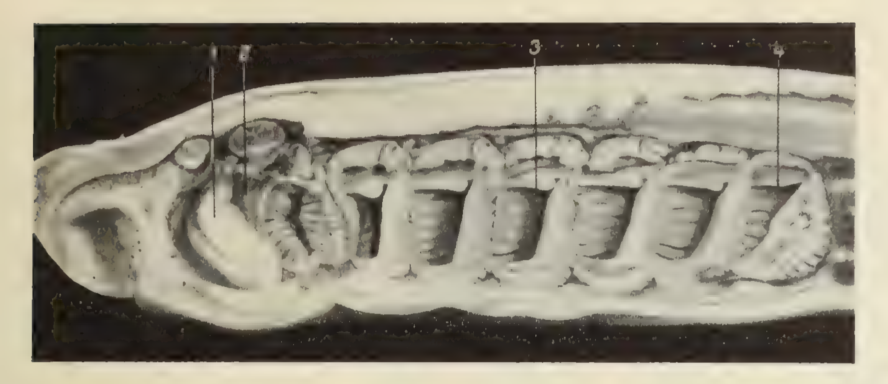


Figur 498. Cyclostoma. — *Petromyzonidae: schematischer Sagittalschnitt, A durch Kiemen-Darm und larvalen Vorderdarm eines Ammocoetes, B durch den Vorderdarm und Bronchus eines erwachsenen Tieres.* (Nach Wiedersheim-Keibel)

Nach Sewertzoff stellt die viszerale Muskulatur des Kopfes auch im präbranchialen Gebiet eine Modifikation der Kiemenmuskulatur vor, die entsprechend jedem Kiemensack sich aus einem oberflächlichen Konstriktor und einem tieferliegenden Adduktor zusammensetzt.

Der obere und der untere gerade Muskel von *Petromyzon* Linnaeus entsteht (nach Koltzoff) ebenso wie der vordere untere schiefe Muskel vom 1ten Kopfmyotom, der hintere (obere) schiefe Muskel vom 2ten und der hintere gerade Muskel vom 3ten Kopfmyotom. Da der Sehnerv vom Gehirn aus vor allen Augenmuskelnerven entspringt, ist anzunehmen, daß auch das Auge ursprünglich vor diesen Myotomen gelegen war, vor denen nach der Meinung einzelner Autoren bei *den Cranioten-Vorfahren* noch 2 Myotome bestanden haben, an deren hinterer Grenze dann das Auge gelegen wäre. Die Zurückbildung der beiden rostralen Myotome und die Vergrößerung *des Cranioten-Auges* bewirkte gleichzeitig auch die Umwandlung der 3 folgenden Myotome zu den Augenmuskeln.

Sewertzoff fand 7 embryonale, metamer liegende Anlagen der Kiemenmuskulatur und unterscheidet Derivate von 5 Präbranchialbogen. Das vorderste metaotische Metamer steht mit dem Nervus glossopharyngeus, die übrigen, hinteren mit dem Nervus vagus in Verbindung. Die 1te präbranchiale Anlage der viszeralen Muskeln ist durch den

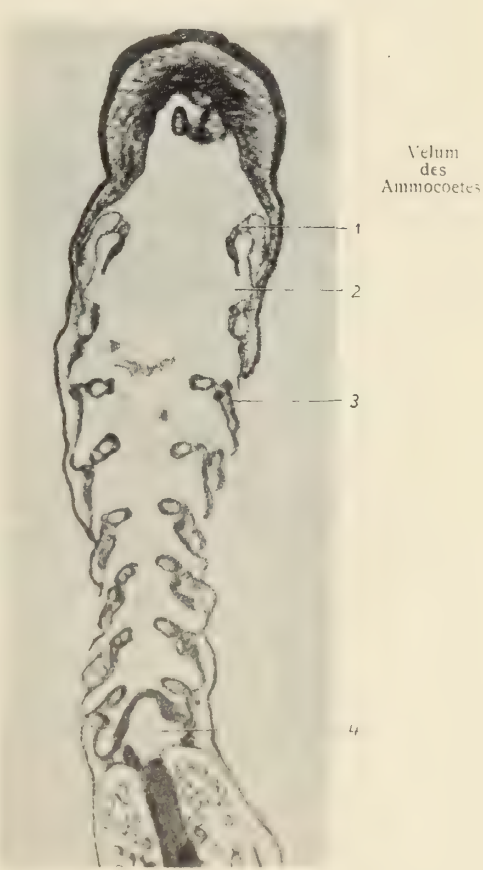


Figur 499. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* Bloch: *links von der medianen Sagittalebene geführter Sagittalschnitt durch den Vorderteil eines 12 cm langen Ammocoetes.* Links ventral die Mund-Öffnung, vor dem Velum die eigentliche Mund-Höhle, über ihr, kranial vom Velum, das Auge mit der Linse, dahinter, kaudal vom Velum, die Ohr-Kapsel mit dem Labyrinth. Kaudal von der 1ten (kiemenlosen, rudimentären) Kiemen-Tasche der 1te Viszeralbogen mit der ventro-dorsal aufwärtssteigenden Flimmer-Rinne. Die dorsale Leiste der Kiemen-Taschen mit den vor jedem Septum liegenden Knöpfchen ist deutlich sichtbar. (*1*) Velum; (*2*) 1te, (*3*) 5te, (*4*) 8te Kiemen-Tasche. (Nach Keibel)

Nervus facialis innerviert und entspricht dem 1ten präbranchialen Viszeralbogen (Hyoideum); das 2te präbranchiale Muskelsegment wird durch den Ramus mandibularis trigemini II innerviert. Ihm entspricht der 2te präbranchiale Bogen (Kieferbogen). Das 3te präbranchiale Muskelsegment wird durch den Ramus maxillaris nervi trigemini II innerviert, das 4te entspricht dem hinteren lateralen Knorpel und ist auch mit dem Ramus maxillaris verbunden. Das 5te fehlt, doch findet sich ein 5ter präbranchialer Bogen in Gestalt des vorderen lateralen Knorpels.

Velum des Ammocoetes

Das Velum des Ammocoetes bildet eine kaudalwärts offene Tasche, die aus einer äußeren, an die Schlundwand angehefteten und einer inneren, am Schlunddach befestigten Lamelle besteht. Innerhalb der Lamellen findet sich ein lockeres, große Blutsinusse und zahlreiche kleinere Blutgefäße einschließendes Bindegewebe und das aus der Velarplatte und einem gallertigen Stück bestehende Velumskelett. Innerhalb des Bindegewebes verlaufen zahlreiche schmale Muskelfasern, die in ihrer Struktur den Kiemenmuskeln ähneln, weshalb Tretjakoff darauf schließt, daß das Velum nicht nur den Wasserzufluß in den Kiemendarm reguliert, sondern auch an der Atmung teilnimmt. Die aus 3 Muskeln bestehende Muskulatur *des larvalen Velums* zeigt in ihren Lagebeziehungen schon die Verhältnisse *des erwachsenen Tieres.*



Figur 500.

Figur 500. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Frontalschnitt durch einen 7,5 Millimeter langen Querder* (*Ammocoetes*). Der Schnitt trifft jederseits alle 8 Kiemen-Taschen. (*1*) Velum; (*2*) 1te Kiemen-Tasche; (*3*) 1tes Kiemen-Loch; (*4*) 8te Kiemen-Tasche; (*5*) 6tes Kiemen-Loch. (Nach Keibel)

Entwickelung der Parietal-Organe der Petromyzoniden

Sowohl das Pineal-, wie das Parapineal-Organ entsteht aus einer einzigen Ausstülpung des Hirndaches. Schon bei *jungen Larven von einigen Millimetern Länge* bildet sich eine nach hinten gerichtete Ausstülpung, deren Hinterwand bedeutend dicker und stärker abgesetzt ist als die vordere. Am dünnsten oder am niedrigsten sind die das Dach der Ausstülpung bildenden Zellen.



Figur 501. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Anlage des Parapineal-Organs. **A** Bei einer Larve von 3,4 Millimeter Länge, **B** bei einer 6,1 Millimeter langen Larve.* (Innerhalb der Zellen noch Dotter-Körnchen vorhanden.) (*1*) Verbindung des Parietalorgans mit der Parapinealanlage. (Nach Runnström)

Sodann bildet sich eine kleine Ausbuchtung im vorderen Teil dieser Anlage. Es ist der Beginn des Parapineal-Organs, der ungefähr median gelegen ist. Später dreht sich diese vordere Blase nach links. Dann verengt sich der Stiel, der die Pinealanlage mit dem Gehirn verbindet und ungefähr zur selben Zeit erfolgt die vollständige Trennung des Parapineal-Organs vom Pineal-Organ, das nun rechts von jenem in der Medianlinie gelegen ist. Ob die ursprüngliche Anlage der Parietal-Organe paarig ist, ist nach den bisher vorliegenden Untersuchungen nicht bestimmt zu sagen. Es deuten aber manche Befunde aus der Paläontologie darauf hin, daß eine solche Paarigkeit einen ursprünglichen Zustand des Organs kennzeichnet.

Entwickelung des Gehör-Organs der Petromyzoniden

Das Hörbläschen entwickelt sich bei *den Petromyzoniden* sehr früh als Einstülpung des Ektoderms.

Nach der Abschnürung ragt aus dem dorsalen Ende des ovoiden Bläschens ein Rohr hervor, der Ductus endolymphaticus. *Mit dem weiteren Wachstum* des Bläschens verlängert sich auch der Gang und wird durch Muskulatur immer mehr vom Ektoderm abgedrängt, so daß er sich dem Nachhirn anlagert und in die dorsomediane Ecke des Hörbläschens einmündet. Dann erst setzt die Bogengangbildung ein. *Nach völliger Abschnürung* der Bogengänge stülpt sich aus der ihnen gemeinsamen Kommissur eine kleine Blase dicht dorsal von der Mündungsstelle des Ductus endolymphaticus aus und nimmt die Nervenendstelle in sich auf. Das blinde Ende dieser Blase wird bei Eintritt der Knorpelbildung vom Labyrinth abgedrängt und kommt in den Arachnoidealraum zu liegen.

Bei *älteren Ammocoetes-Larven* finden sich dann 2 dicht nebeneinandergelagerte, aus der medialen Labyrinthwand austretende und durch ein gemeinsames Loch in der Verschlußmembran in den Arachnoidealraum eintretende Gänge, von denen der dorsale, in der Entwickelung immer weiter fortschreitend, die Nerven-Endstelle enthält.

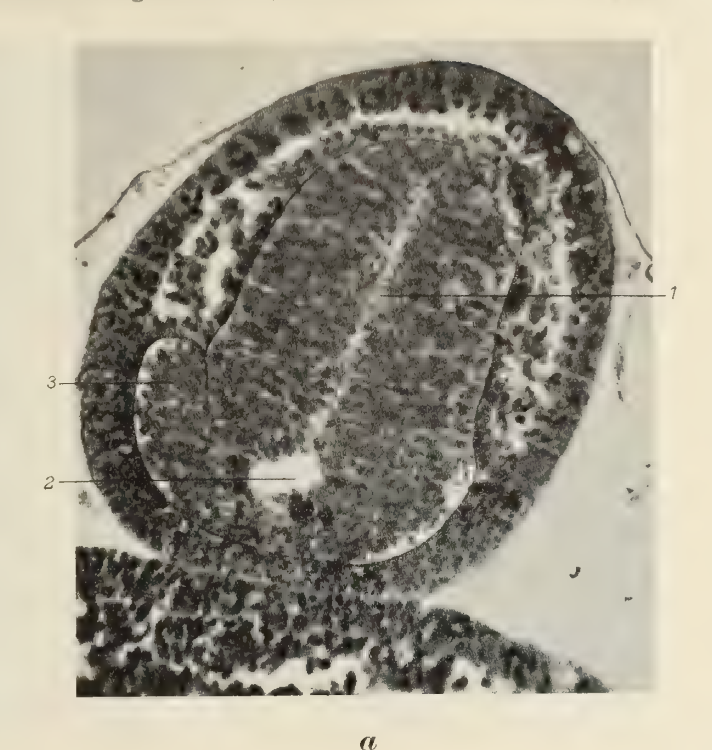
Augenentwickelung der Petromyzoniden

Die erste Augen-Anlage bei *den Petromyzoniden* ist (nach von Kupffer) unpaarig und besteht aus einer kleinen, »scheinbar ventral an der Gehirn-Anlage gelegenen Ausbuchtung«. Nach Keibel kann es sich hier noch nicht um die Augen-Anlage handeln, und als erste Augen-Anlage schildert er je eine rechts und links von der Infundibular-Anlage gelegene, nicht sehr deutlich abgegrenzte Zell-Gruppe (Figur 502 *a*).

Diesem ersten Stadium folgt *eines, in dem* diese Anlage zu 2 langen, dünnen, in das Medullarrohr einmündenden Schläuchen ausgewachsen ist, so daß hier also neben den Augenbläschen *auch schon die Augenstiele angelegt sind.* Der Endabschnitt dieser Schläuche, das Augenbläschen, erweitert sich. Dieses Stadium stellt also schon die 1 ten An-

fänge der Augenbecher in den Augenbläschen dar, die durch ganz dünne, ziemlich lange, in den Ventrikelraum des Gehirns mit engem Lumen einmündende Augenstiele mit dem Gehirn in Verbindung stehen. Schon sehr frühzeitig entstehen Stäbchen und Nervenfasern in dem zuerst gebildeten Retinablatt-Abschnitt; er bildet die Retina A oder I, um die sich die Retina B oder II durch Auswachsen des Retina-Randes entwickelt, wobei die nur kurze Zeit bestehende Augenspalte ausgespart bleibt. Dem Augenbecher legt sich sodann eine der Epidermis entspringende solide Linsenanlage dicht an, ohne daß zunächst ein Glaskörper-Raum vorhanden wäre. Die Linse erhält kurz nachher ein enges Lumen. Dieses Lumen verengert sich zu einem lumenlosen Spalt. Ungefähr um diese Zeit beginnt sich auch im Deck-Epithel, das heißt im äußeren Blatt des Augenbechers, das dem Retinablatt des Augenbechers dicht anliegt, Pigment abzulagern. In diesem Stadium zieht die Epidermis noch als einfache Schicht über das Auge weg. Unter ihr findet sich eine Basalmembran. Fasern des Nervus opticus ziehen zur Augenanlage.

Darauf entwickelt sich im proximalen Teil der Haut die Kutis, und zwischen ihr und der Linse und noch ein wenig weiter dorsalwärts entsteht eine Zellplatte, die die Descemetsche Zellschicht und schließlich die Descemetsche Membran ausbildet. Nun hebt sich das zum Pigment-Epithel gewordene Deck-Epithel zunächst leicht, dann immer stärker vom Retinablatt des Augenbechers ab, so daß sich der allmählich größer werdende Spaltraum zwischen ihnen bildet, den die mittlerweile schon gebildeten Stäbchen der Retina durchsetzen. Das Pigment-Epithel differenziert sich nun gleichfalls in einen größeren Teil, der von der dorsalen Umschlagstelle in das Retinablatt bis zu dem in dem untersten Drittel abgehenden

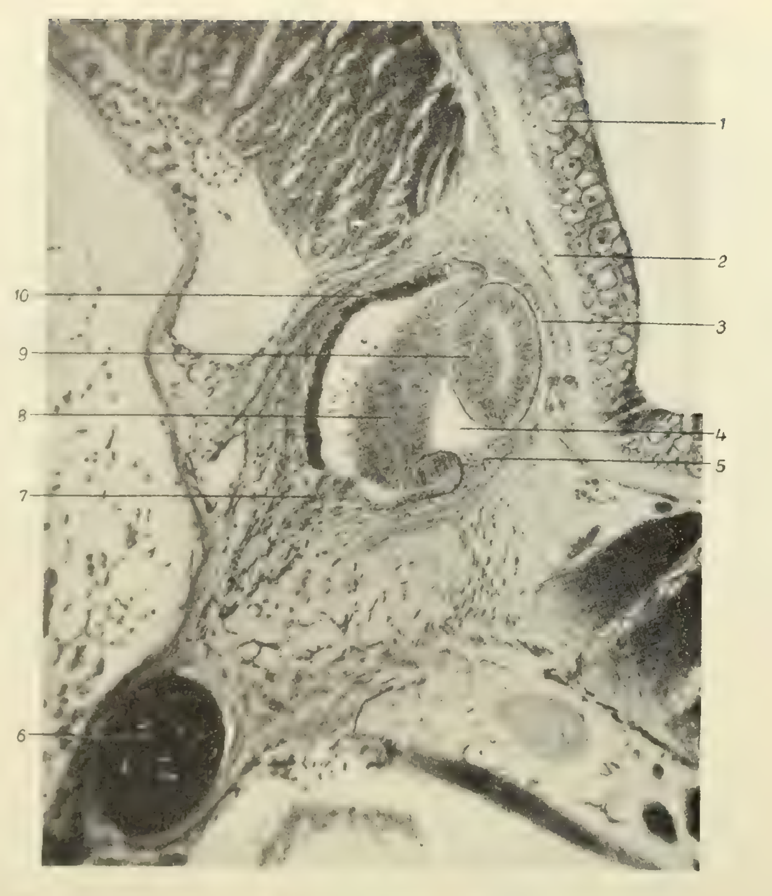


a



b

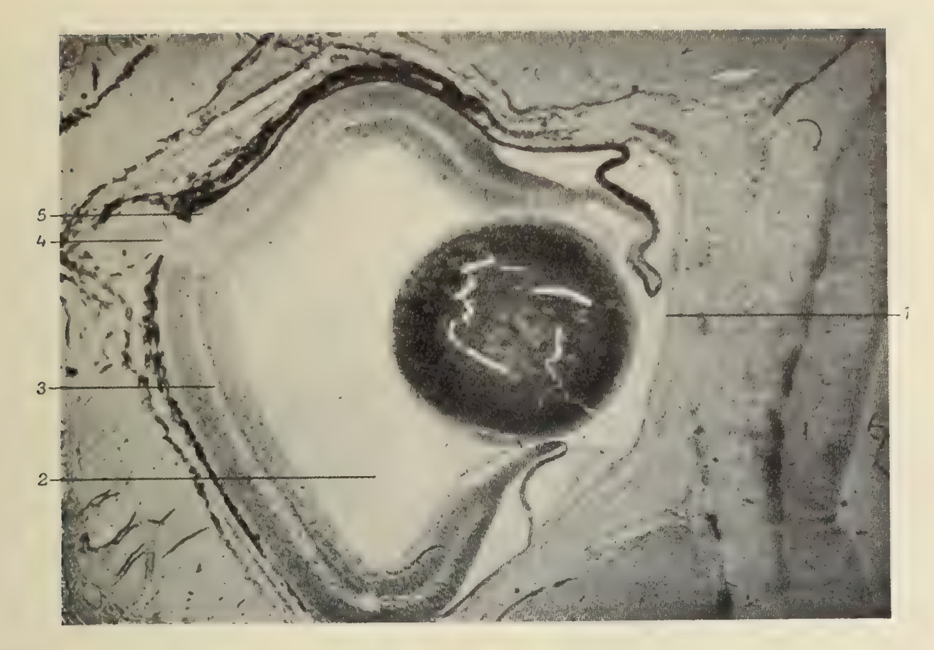
Figur 502. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Augen-Anlage, **a** im Retorten-Stadium, **b** bei einer 5 Zentimeter langen Larve.* (*1*) Vorderhirn; (*2*) Infundibulum; (*3*) Augen-Anlage. (Nach Keibel)



Figur 503. CYCLOSTOMA. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Auge einer 4,2 Zentimeter langen Larve.* (*1*) Epidermis; (*2*) Kutis-Anlage; (*3*) Descemetsche Membran; (*4*) Glaskörper-Raum; (*5*) Augenblasen-Spalt; (*6*) Trabekel; (*7*) Nervus opticus; (*8*) Retina-Blatt des Augen-Bechers (Retina A); (*9*) Linse; (*10*) Deck-Epithel der Retina. (Nach Keibel)



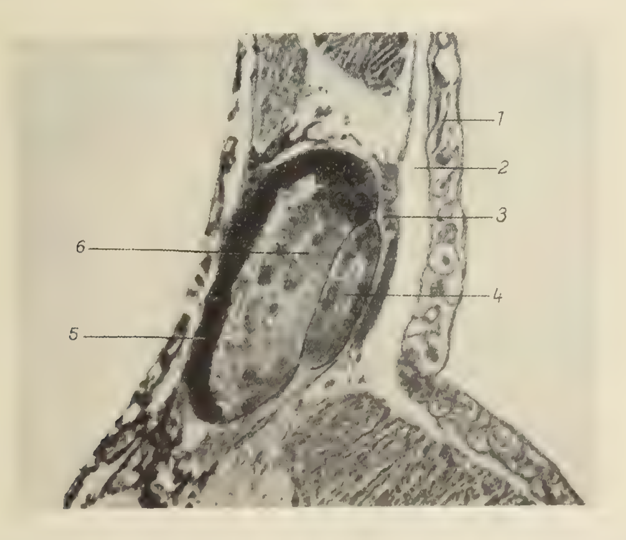
Figur 504. CYCLOSTOMA. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Auge einer 8 Zentimeter langen Larve.* (*1*) Linse; (*2*) Membrana hyaloidea; (*3*) Retina B (II); (*4*) Glaskörper-Raum. (Nach Keibel)



Figur 505. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Auge einer 12 Zentimeter langen Larve.* (*1*) Descemetsche Membran; (*2*) Glaskörper-Raum; (*3*) Retina B (II); (*4*) Nervus opticus; (*5*) Retina A (I). (Nach Keibel)

Austritt des nun gleichfalls schon deutlich entwickelten Sehnerven reicht und die eigentliche Pigmentschicht darstellt; und in einen kleineren, jenseits, also unterhalb von dieser Abgangsstelle bis zur ventralen Umschlagsstelle des Retinablattes reichenden.

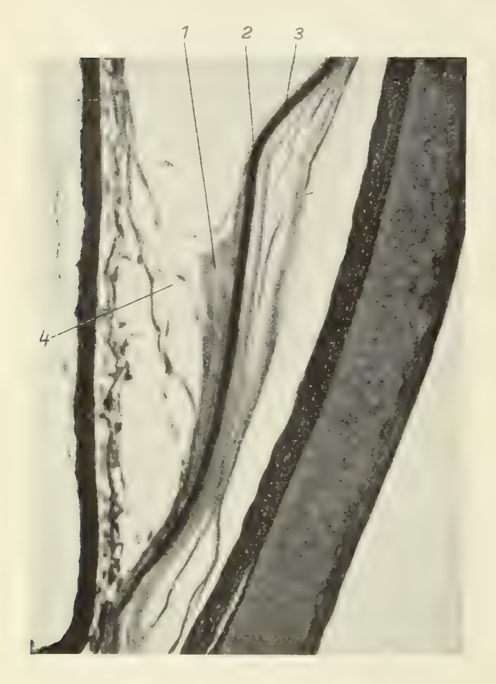
Auch die Linse zeigt nun wieder einen gleichfalls nach und nach ein wenig stärker werdenden Spalt, der ihre Masse in einen dickeren proximalen und deutlich dünneren distalen Teil trennt. Die Kutis ist in diesem Stadium vor dem Auge dünner als weiter hinten in seiner Umgebung. Um die Linse herum bildet sich eine feine Linsenkapsel. Am Rand entwickelt die Kutis nun eine Kapselanlage, die die ganze Augenanlage umgibt. Im Mesenchym um die Augenanlage finden sich sehr zahlreiche pigmentierte Mesenchym-Zellen.



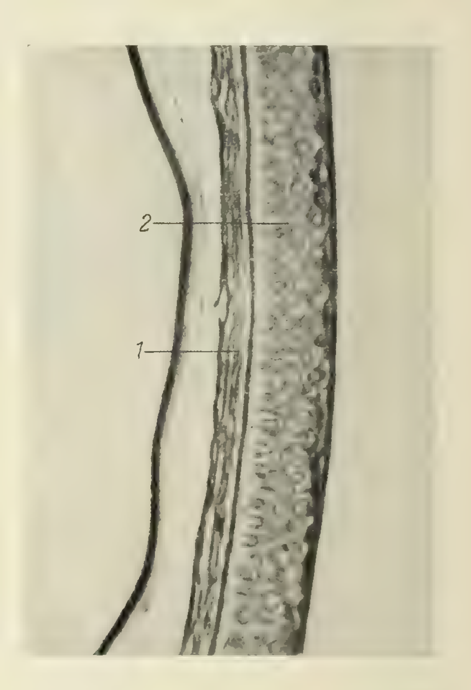
Figur 506. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Auge einer 12,5 Millimeter langen Larve.* (*1*) Epidermis; (*2*) Kutis-Anlage; (*3*) Descemetsche Membran; (*4*) Linse; (*5*) Deck-Epithel der Retina; (*6*) Retina-Blatt des Augen-Bechers (Retina A). (Nach Keibel)

Zwischen Linse und Augenbecher beginnt sich jetzt der Glaskörper-Raum zu bilden, unter dem die Augenspalte liegt. In der Retinawand bilden sich zahlreiche Nervenfasern aus, die zum Nervus opticus gehen. Während hierauf diese Veränderungen weiterschreiten (Entwickelung des Glaskörpers, Ausbildung der Retina, Innervierung und so weiter), beginnt sich zwischen der Linse und der Descemetschen Membran ebenfalls eine Höhlung zu bilden: die vordere Augenkammer.

Mittlerweile ist die Linse bis auf einen lumenlosen Spalt neuerdings wieder solid geworden. Zugleich tritt in der ventralen Wand des Augenbechers (dem ventralen Teil des ursprünglichen Deck-Epithels) Pigment auf und die vordere Augenkammer ist nun vollständig entwickelt. Noch immer ist aber die Kornea nicht als Differenzierung von der übrigen Haut des Tieres entstanden. *In diesen Stadien* ist bereits die Retina (siehe oben) entwickelt und beginnt sich im Verhältnis zur Retina A immer mehr auszubilden.



Figur 507. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Iris-Winkel und Ligamentum annulare eines Metamorphose-Stadiums von 13,3 Zentimeter Länge.* (*1*) Ligamentum annulare; (*2*) Descemetsches Endothel; (*3*) Descemetsche Membran; (*4*) Trabekel-Werk der Iris; (*5*) Iris. (Nach Keibel)



Figur 508. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Cornea-Gebiet des Metamorphose-Stadiums von der Länge von 13,3 Zentimeter.* (*1*) Descemetsche Membran; (*2*) bindegewebiger Teil der Cornea; (*3*) Epithel der Cornea. (Nach Keibel)

Über der ganz solide gewordenen Linse, deren Linsenkapsel in die den Glaskörper umgebende Membrana hyaloidea übergeht, liegt nun, durch die schmale, vordere Augenkammer von ihr getrennt, die Schicht der epitheloid angeordneten Descemetschen Zellen (Descemetsches Endothel). Dieses Endothel besitzt distal als ganz dünne Schicht eine zellenlose Membran, die Membrana descemeti, die wieder peripher in die Anlage der an diesen Stellen zur Sklera gewordenen Kutis übergeht. Distal zwischen Descemetscher Membran und Kutis liegt ein Spaltraum, der von Dücker als Subkonjunktivalsack bezeichnet wird.

In diesem Stadium befindet sich das Auge zu Beginn der Metamorphose. Zugleich mit deren Einsetzen beginnt es auch stark zu wachsen. Die Veränderungen des Auges während dieser Zeit sind kurz durch folgendes gekennzeichnet: die Retina A wird immer mehr reduziert und verschwindet schließlich gänzlich. Das Descemetsche Endothel verdickt sich gegen den Iriswinkel zu, indem ein Balkenwerk gebildet wird, dessen dazwischenliegender Hohlraum leer ist, während die Irisgefäße mit Blut gefüllt sind. Dieses Balkenwerk wird zum Ligamentum pectinatum.

Zu Ende dieser Zeitperiode bildet sich im Gebiet des Iriswinkels durch eine andere neuerliche Verdickung der dortigen Descemetschen Zellen das Ligamentum annulatum (die betreffenden Teile sind beim entwickelten Auge ausführlich besprochen). Zum Schluß dieser Entwickelung ist die Descemetsche Membran in ganzer Ausdehnung durch einen Spaltraum von dem übrigen Teil der Kornea geschieden. In dieser Zeit entwickelt sich auch die Bowmansche Membran (Membrana elastica anterior, siehe Auge).

Die mehrschichtige Kornea enthält *zu Beginn der Metamorphose* noch verhältnismäßig viele Körner-Zellen, die schließlich ganz verschwinden. Ihre inneren Teile bestehen aus aufgelockertem Gewebe, in dem sich auch hier und da Spalten finden (Subkonjunktivalsack nach Dücker). Die Spaltenbildung in diesem Gewebe wird später stärker.

Der innere Teil der Kornea wird (von Dücker) »wahre Kornea« genannt. Die Innervierung der Retina durch den Nervus opticus ist nun schon sehr stark entwickelt, die einzelnen Nervenfasern gehen von der innersten, für *die Petromyzoniden* bezeichnenden Retinaschicht aus in den Nervus opticus über. Nach Keibel ist der Subkonjunktivalsack Dückers eine Schrumpfungserscheinung, seine wahre Kornea ein Teil der Kornea und die Fortsetzung des Integuments mit Epithel aus Bindegewebe der andere Teil. Eine der für *die Cyclostomen* bezeichnendsten Erscheinungen in der Entwickelung des Auges ist die Bildung der Retina in 2 Abteilungen (Retina A und B), von denen die Retina A *den ersten Hauptteil der Larven-Entwickelung* kennzeichnet, während Retina B, der gegenüber die Retina A immer mehr an Bedeutung zurücktritt, vor allem *das Stadium der Metamorphose* charakterisiert.

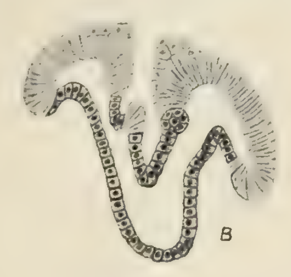


Figur 509. Cyclostoma. — *Ammocoetes: Sagittalschnitt durch die Kopf-Spitze eines 12-tägigen Embryos. Sehr starke Krümmung der Kopf-Spitze.* (*1*) Mund-Bucht, quer getroffen; (*2*) Mund-Bucht, im lateralen Anschnitt; (*3*) Hypophysen-Grube; (*4*) Grenze zwischen (*3*) und (*5*); (*5*) Riech-Grube. (Nach Lubosch)

Entwickelung des Geruchs-Organs der Petromyzoniden

Bei *ganz jungen Larven von Petromyzoniden von 4 Zentimetern Länge* bildet das Geruchs-Organ ein dorsal dem Nasen-Gaumengang (oder auf diesem Stadium noch dem Hypophysenkanal) aufsitzendes paariges Säckchen. Die beiden Säckchen stoßen in der Mittellinie in einer Leiste zusammen. Ihre Auskleidung wird durch das hohe Sinnes-Epithel gebildet, das sich scharf







Figur 510. Cyclostoma. — *Petromyzonidae* (*Petromyzon* Linnaeus *oder Lampetra* Gray): *Entwickelung des Geruchs-Organs.* ***A*** *Bei einer Larve von 10 Zentimetern,* ***B*** *von 14 Zentimetern,* ***C*** *von 15,3 Zentimetern Länge* (in der Metamorphose befindlich). Die lichten Teile entsprechen den Riech-Säcken, die dunklen dem indifferenten Epithel. (Nach Lubosch)

gegen das *während des Larvenlebens* flimmernde Epithel des Hypophysenkanals abgrenzt. Dieses setzt sich jenseits der Riechsäckchen in den Hypophysengang fort. Die beiden primitiven Säckchen treten dann weiter auseinander und an Stelle der ursprünglichen Vereinigung in der Mittellinie wächst nun das indifferente Epithel vom Nasen-Gaumengang her nach. Bei *einem 10 Zentimeter langen Tier* (Figur 510 ***A***) findet sich schon ein gegen die Riechsäcke abgegrenztes

Septum aus indifferentem Epithel. Die Abschnürung geht immer weiter. Das indifferente Epithel bildet eine von oben herabhängende Falte. Lateral entsteht inmitten desselben beiderseits symmetrisch je eine knospenartige Bildung (Figur 510 ***B***). Es ist eine von Sinnes-Epithel ausgekleidete Furche rechts und links neben dem Septum, die wohl den Anfang einer weiteren Faltenbildung darstellt.

Ein Querschnitt *in einem noch älteren Stadium von etwa 15 Zentimetern Länge, das in der Metamorphose befindlich ist,* zeigt die unterdessen außerordentlich stark fortgeschrittene weitere Faltung des Organs, zugleich auch, daß auf dem Scheitel der Falte ein von dem übrigen Hauptteil derselben verschiedenes Epithel sich befindet, das dem des Nasenganges gleicht und das indifferente Epithel darstellt, während die tiefen Falten selbst Sinnes-Epithel aufweisen. Sie werden (nach Lubosch) als Riechknospen aufgefaßt. Bemerkenswert ist, daß die mittlere Falte sich von den übrigen durch ihre besondere Länge unterscheidet. Ihr indifferentes Epithel ist auf dem Scheitel niemals mit einer Knospe versehen (Figur 510 ***C***). Sie verhält sich zum Nasen-Gaumengang so wie früher das Septum *im larvalen Geruchs-Organ.*

Nach Auffassung von Lubosch sind die lateralen Teile des Geruchs-Organs die ältesten, die medialen die jüngsten, die sich vom Septum her zwischen die vorhandenen einschieben. *Im definitiven Zustand* verwächst dann schließlich das Septum mit dem Boden.

Nerven-System von Ammocoetes

Der vorderste Abschnitt des sympathischen Nerven-Systems liegt beim *Ammocoetes* innerhalb des Bindegewebes in der Umgebung des Riech-Organs als ein Fasergeflecht, das meist bipolare, sympathische, kapsellose Ganglien-Zellen besitzt, die mit feinen varikösen Fasern des Geflechts in Verbindung stehen. In diesem Geflecht sind Endverzweigungen des Trigeminus (Nervus ethmoidalis) eingeschlossen. Zusammen mit dem Riechnerven dringen die sympathischen Nervenfasern des ethmoidalen Geflechtes zu den Hirnhäuten und umflechten außerdem venöse Sinusräume in der Umgebung des Riech-Organs. Diese ethmoidale Zellanhäufung ist als unpaariges sympathisches Ganglion zu bezeichnen.

Nach Tretjakoffs Beobachtungen *am Ammocoetes* sind die Übergangs-Zellen von Ependym-Zellen zu Nerven-Zellen nur selten unipolar. Meistens haben diese Zellen außer einem peripherischen, verzweigten Fortsatz noch einen kurzen, zwischen den Ependym-Zellen bis zur Lichtung des Zentralkanals vordringenden Fortsatz, der sich allmählich vom Zentralkanal entfernt. Der zentrale Fortsatz verwandelt sich in einen gewöhnlichen Dendriten.

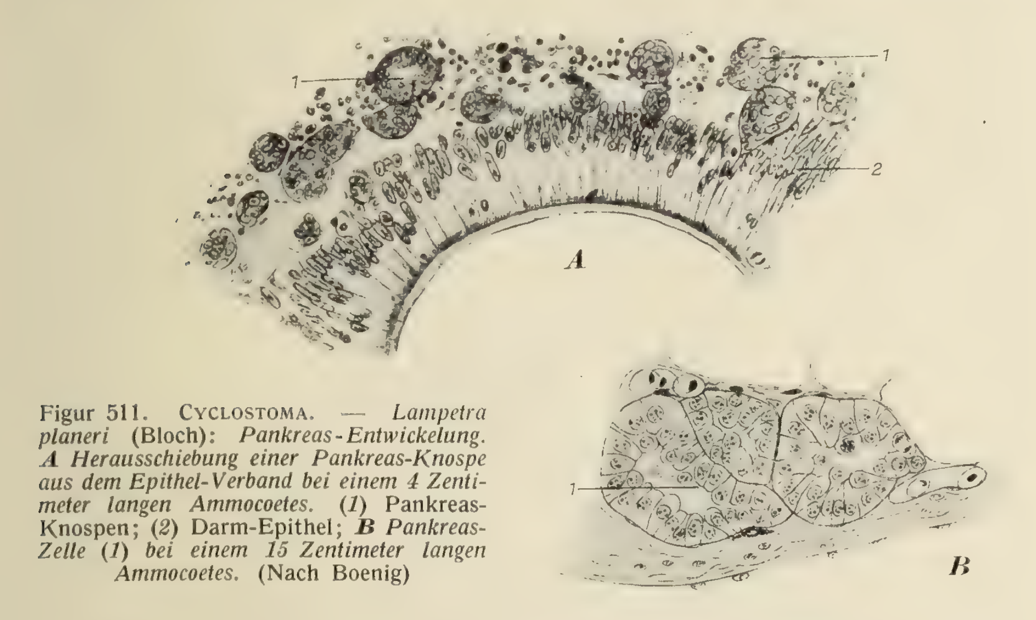
Bei *einem 10 bis 18 Zentimeter langen Ammocoetes* kann das Rückenmark (nach Tretjakoff) schon als vollkommen ausgebildet angesehen werden. Seine einzelnen Elemente nehmen dann nur an Größe, nicht aber an Länge zu.

Entwickelung des Pankreas der Petromyzoniden

Schon *bei ganz jungen, etwas über 1 Zentimeter langen Larven der Petromyzoniden* finden sich die ersten Anlagen von Pankreasgewebe in Form von Pankreasknospen. Es sind knopfförmige Vorwölbungen im Übergang des Vorderdarms in den Mitteldarm. Sie lösen sich schließlich aus dem Verband des Darm-Epithels völlig ab und liegen, von Bindegewebe umgeben, der Basis der Darmepithel-Zellen auf (Figur 511). Neben kugeligen Anlagen finden sich auch längliche und schließlich auch kleeblatt- oder rosettenförmige Gebilde.

Das Pankreas wird reichlich von Gefäßen versorgt; hauptsächlich durch die Arteria coeliaca, die mehrere starke Äste in das umgebende Bindegewebe abgibt. Diese verzweigen sich ihrerseits wieder, umhüllen so das Pankreasgewebe und dringen zu

jeder einzelnen Knospe hin, die von mehreren feinen Kapillaren umgeben wird. Manche Knospen sind geradezu in das Gefäßlumen der an sie heranziehenden größeren Gefäße eingestülpt, so daß sie fast allseitig von Blut umspült werden. Mit Beendigung der Metamorphose reduziert sich diese Gefäßversorgung und beim *erwachsenen Tier* finden sich bedeutend weniger Gefäße im Pankreasgebiet als vorher. Die Bildung des Pankreasgewebes aus dem Vorderdarm-Epithel geht (nach Boenig) *bis zum Ende der ersten Hälfte der Metamorphose* weiter. Manchmal ist sie sogar noch beim *geschlechtsreifen Tier* zu beobachten. Demnach schließt die Bildung neuer Teile nicht im Larven- oder Metamorphose-Stadium, sondern erst mit eintretender Geschlechtsreife ab. Demgegenüber steht die Ansicht Picquès, der behauptet, daß der Entwickelungsprozeß schon bei *Larven von $3^1/_2$ Zentimeter Länge* beendet sein soll.



Figur 511. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Pankreas-Entwickelung.* ***A*** *Herausschiebung einer Pankreas-Knospe aus dem Epithel-Verband bei einem 4 Zentimeter langen Ammocoetes.* (*1*) Pankreas-Knospen; (*2*) Darm-Epithel; ***B*** *Pankreas-Zelle* (*1*) *bei einem 15 Zentimeter langen Ammocoetes.* (Nach Boenig)

Wenn die Knospen aus dem Epithel losgelöst sind und sich mit der feinen Schicht von Bindegewebe umgeben haben, das unmittelbar darauf eine feine, strukturlose Membrana basilaris bildet, auf der sie stehen, dann werden die Zellen, die sie zusammensetzen und die während der Abschnürung von sehr mannigfaltiger Gestalt waren, alle gleichmäßig. Sehr bald darauf beginnt sich im Inneren der Knospen ein Lumen zu bilden. Das Lumen der Knospen enthält verschiedene Bestandteile, die später besprochen werden sollen. Zugleich mit der Entstehung des Lumens strecken sich auch die Zellen der Knospenwandung und liegen dicht aneinander. Sie sind Zylinder-Zellen geworden.

Mit der Weiterentwickelung der Pankreasknospen geht eine Differenzierung ihrer Wandungs-Zellen in lichte und dunkel gefärbte, schlanker gebaute Hand in Hand. Genaue Beobachtungen Boenigs haben ergeben, daß die hellen Zellen allmählich zu dunklen werden.

Das Lumen der Zellen ist erfüllt mit (1) Blutserum, (2) Blut-Zellen (Erythrozyten, Leukozyten und Lymphozyten), (3) Kernen und Kerntrümmern, (4) fädigen Gebilden und (5) merkwürdigen dunklen Zellen, die den eben beschriebenen in den Wandungen gleichen. Blutserum und Blut-Zellen stammen aus den die Knospen umgebenden Gefäßen; die unter (3) bis (5) genannten Elemente im Lumen der Knospen sind tatsächlich verschiedene Stadien von dunklen Zellen, die aus der Knospenwandung in deren Inneres ausgestoßen werden und sich dort in ihre Bestandteile auflösen. Die Ausstoßung der dunklen Zellen aus der Wandung erfolgt von der Basalmembran.

Das Pankreas der Petromyzoniden ist eine nach innen sezernierende Drüse. *Dieses Stadium* dauert bis *zum Beginn der Metamorphose*, während *welcher* das Pankreas allmählich immer mehr zurückgebildet und schließlich, *nach Eintritt der Geschlechtsreife* funktionslos wird. *In diesem Stadium* beginnt nun die Entwickelung des kaudalen Pankreas (Seite 406, Pankreas) durch Wucherung des hinteren Ductus

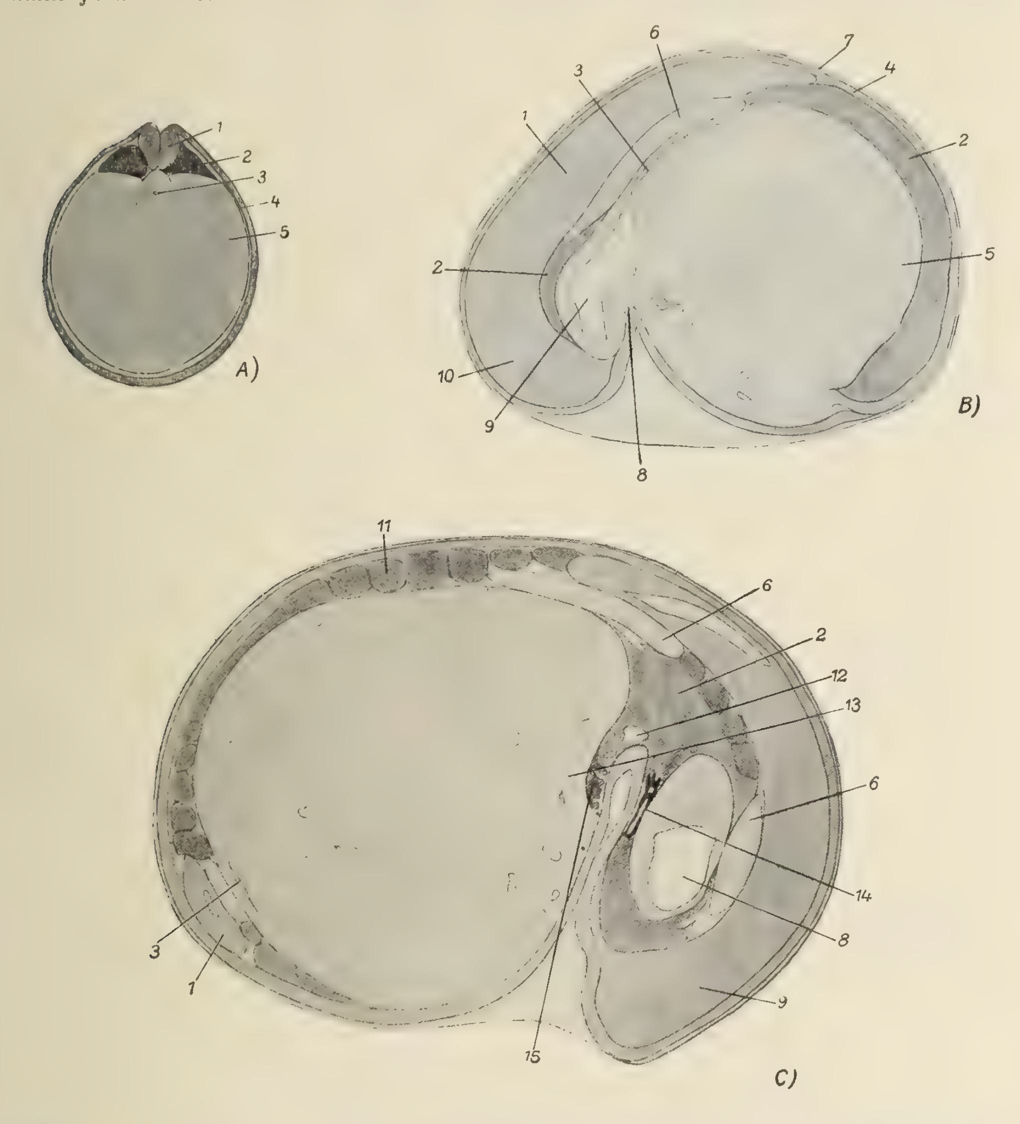
choledochus-Abschnittes. Die Knospen dieses Abschnittes bleiben auf dem Stadium der schon geschilderten jugendlichen Knospen des kranialen Pankreas. Sie besitzen also kein Lumen und keine dunklen Zellen.

Entwickelung des Blutgefäß-Systems der Petromyzoniden

Nach Hattas Untersuchungen an *Lampetra reissneri* (Dybowski) treten die ersten Blutgefäß-Zellen bei 5 *Tage alten Embryonen* auf, die 1 tiefe und 2 seichte Kiemenausbuchtungen haben und aus einem schlanken, einen dem Vorderdarm entsprechenden Hohlraum besitzenden, noch nicht gestreckten, sondern spiralig nach rechts und links gewundenen Vorderkörper und einem kompakten, von den mit Dotterkörnern beladenen Zellen ausgefüllten, kugelig angeschwollenen Hinterleib bestehen. An der Grenzstelle zwischen diesen beiden Teilen ist ventral ein zwischen der ventralen Darmwand und dem Ektoderm eingeschalteter Raum entstanden, in dem man eine Gruppe zerstreuter Zellen findet, die frühesten Blutgefäß-Zellen. Am 6ten Tage (*Retorten-Stadium des Embryos*) bildet sich an dieser Stelle ein Blutgefäß. In diesem Stadium entsteht das ventrale Mesenterium und die einander nur an ihrer untersten Partie berührenden hohlen Säcke der postbranchialen Vornierenleibeshöhle, die im größeren Hauptteil durch ein zartes Epithelrohr getrennt sind: das 1te Blutgefäß, das (von Hatta) als ventrales Längsgefäß bezeichnet wird. Es ist die Anlage des Herzens, das eine Gefäßwand besitzt, in der rege Zellteilung zur Vergrößerung des Umfanges, nicht der Dicke, stattfindet, die aus einer kleinen Anzahl von Gefäß-Zellen besteht und entweder gegen die mesenterialen splanchnischen, in diesem Teile besonders verdickten Blätter oder gegen das keine Formelemente aufweisende Gefäßlumen scharf abgegrenzt ist. Unterhalb des 2ten und 3ten Vornierenkanälchen-Paares ist die dorsale Gefäßwand des Gefäßes unvollkommen ausgebildet. Unter dem 3ten Vornierenkanälchen-Paar geht die V-förmige Gefäßwand ohne Grenze in die ventrale Darmwand über, so daß sie einen Anhang der Darmwand zu bilden scheint; worauf ein lakunenförmiger Gefäßabschnitt folgt. Weiter hinten zeigt die zwischen den ventralen Seitenplattenkanten liegende Gefäßanlage nicht mehr geschlossene Gefäßform, sondern wird nur durch zerstreute Zellen angedeutet, und hinter dem 6ten (letzten) Paar der Vornierenkanälchen teilt sich der die Anlage des zentralen Nierengefäßes dort vertretende Zellstrang in eine linke und rechte Hälfte, die als die verdickte Ventralzone des splanchnischen Blattes der Seitenplatten aufzufassen ist. Ebenso wird vor dem 1ten Vornierenkanälchen die Gefäßform des Längsgefäßes zunächst unvollständig. Zwischen den beiderseitigen Seitenplatten und unter dem vorderen Abschnitt des Kiemendarms wird durch die Schilddrüseneinsenkung der Zellenstrang der Gefäß-Anlage wieder in eine rechte und linke Hälfte gegabelt, die einerseits die ventralen Seitenplattenkanten berühren, anderseits sich ganz dicht an die seitliche Darmwand anschmiegen. Vorn verschwindet der Zellenstrang beim Viszeralbogen vor der vordersten Kiemenausbuchtung. *In diesem Stadium* ist also die epitheliale Gefäßwand eben so weit gebildet, als die geräumige echte Leibeshöhle reicht, wird nach vorn und hinten allmählich unvollständig und geht schließlich in den sich vorn bei der Schilddrüsen-Einsenkung, hinten beim Anfangsabschnitt des Mitteldarms in je 1 rechtes und linkes Horn teilenden Zellstrang über.

Diese Verhältnisse weisen darauf hin, daß auch der einheitliche Abschnitt des ventralen Längsgefäßes ursprünglich ein paariges Gefäß war. Die frühesten Blutgefäß-Zellen werden bei der Bildung des zentralen Längsgefäßes verbraucht. Das

weitere Material für das starke Wachstum dieses Gefäßes wird von den unter dem Vorderdarm und dem Anfangsabschnitt des Mitteldarms auftretenden freien Zellen geliefert, die mesodermalen Ursprungs sind und aus der Darmwand stammen. Diese kann ja auch bei *erwachsenen Tieren* als eine Art »diffuser Milz« bezeichnet werden.



Figur 512. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Anlage des Herzens. Querschnitt durch den Rumpf, **A** eines 259 Stunden, **B** eines 307 Stunden alten Embryos; **C** Sagittalschnitt durch einen 406 Stunden alten Embryo.* (*1*) Neuralrohr; (*2*) Mesoderm; (*3*) Urdarm-Lumen; (*4*) Ektoderm; (*5*) Entoderm; (*6*) Chorda; (*7*) Ei-Hülle; (*8*) Herz-Höhle; (*9*) Kopfdarm-Lumen; (*10*) Gehirn-Anlage; (*11*) Myotom; (*12*) Perikard-Höhle; (*13*) Leber-Anlage; (*14*) Truncus arteriosus; (*15*) Blutzellen-Strang. (Nach Keiser)

Als Teil des ventralen Organkomplexes, aus dem der Ösophagus gebildet ist, hat das ventrale Längsgefäß daher auch zum dorsalen Organkomplex oder zur Metamerie des Körpers kein konstantes Verhältnis, dieses ändert sich vielmehr *entsprechend den verschiedenen Stadien.*

Keinesfalls liefern die Dotter-Zellen die Blutgefäß-Zellen. Ihre Bildung geht in der Kiemen-Region genau so wie in der Mitteldarm-Region vor sich. Die allerersten Gefäß-Zellen werden von den beiden splanchnischen Blättern unter den 2ten Vornierenkanälchen gebildet. Auf der Rückenseite des Darmkanals ist beim *5tägigen Embryo*

noch keine Spur von Blutgefäß-Zellen zu beobachten. Die Blutgefäß-Zellen der Dorsalseite des Darmkanals bilden *am 6ten Tage* in dem unter der Chorda liegenden Raum der Vornieren-Region ein zartes Epithel: das im Querschnitt konkav-konvexe oder bikonkave Gefäß über dem Darmkanal oder Rückenlängsgefäß, das die erste Anlage der Rückenaorta darstellt. Es ist zunächst noch nicht vollständig gebildet, sondern vorerst nur als ein Netzwerk von Zellen zu bezeichnen.

Bis zum 6ten Vornierenkanälchen erscheint das Gefäß in Form eines Epithelrohres. Weiter hinten wird seine Wand unvollständiger. Auch in der Kiemen-Region ist das Gefäß so wie das der Vornieren-Region beschaffen, jedoch ist auch dort die Gefäßwand noch unvollständig. Im Gebiet hinter der vordersten Viszeralausbuchtung teilt sich das Rückenlängsgefäß in einen rechten und linken Arm: die Anlage der Karotiden. Über dem vor dieser viszeralen Ausbuchtung stehenden viszeralen Bogen-Paar verbindet sich jeder dieser Arme mit einem durch diesen viszeralen Bogen nach dem ventralen Längsgefäß verlaufenden Quergefäß. Dort, wo die Gefäßwand unvollständig ist, fehlt auch die ventrale Gefäßwand und die Gefäßseitenwände verbinden sich mit dem Darmdach. Der ganze Verlauf des Rückenlängsgefäßes hat also die Gestalt eines langgestreckten Y, dessen beide Hörner die Karotiden-Arme bilden. Kopfwärts ist das Gefäß bis zum Vorderende des Darmkanals ausgebildet. Hinten geht es beim Anfangsabschnitt des Mitteldarms in die von sehr wenigen freien Zellen gebildete, kurz dahinter verschwindende Gefäßanlage über.

Außer ventralem und Rückenlängsgefäß bilden sich auf der Seitenwand des Kiemendarmes Zellenstränge. In der vorderen Kiemen-Region, wo die 3 Kiemenausbuchtungen bereits vorhanden sind, steht die Pharynxwand bei diesen mit dem Ektoderm in direkter Berührung, so daß sich die Seitenplatten in Säulen (die mesodermalen Viszeralbogen) teilen. Der innere, direkt der Pharynxwand sich anschließende Zellenzug stellt eine Gefäßanlage dar. Im 3ten und 4ten Viszeralbogen ist je ein innerer Zellenzug schon ausgehöhlt. In dem vor der vordersten Viszeralausbuchtung liegenden Viszeralbogen befindet sich an Stelle des Zellenstranges bereits ein großes, mit dem Rückenlängsgefäß in direkter Verbindung befindliches Seitenquergefäß.

Über den Ursprung der Blutgefäß-Zellen des Rückenlängsgefäßes und der Quergefäße gilt das gleiche wie von dem des ventralen Längsgefäßes: sie bilden sich aus der Darmwand oder aus dem splanchnischen Blatt. Die Blutgefäße sind an Ort und Stelle direkt aus den Blutgefäß-Zellen ausgebildet, die ihrerseits überall in den betreffenden Bildungsstätten von dem die Mutterschicht dieser Zellen darstellenden splanchnischen Blatt abgetrennt werden.

Das ventrale Längsgefäß kann in 3 Abschnitte geschieden werden: (1) den am frühesten entwickelten Vornieren-, (2) den Kiemendarm- und (3) den Mitteldarm-Abschnitt.

Am 7ten Tage ist der ganze Vornierenabschnitt der Gefäßanlage in das Epithelrohr verwandelt worden. Im Kiemendarmabschnitt sind *schon zu Ende des 6ten Tages* die Blutgefäß-Zellen unter dem Pharynx ununterbrochen bis hinten zur 2ten Kiemenausbuchtung zu erkennen und im hinteren Teil bereits endothelial. *Im Lauf des 8ten Tages* höhlt sich dieser Zellstrang aus. *Am 10ten Tag* reicht die Gefäßbildung bis zu der durch das Innere des vordersten Viszeralbogens durchgehenden Gefäßanlage. Auch in der Kiemenanlage schreitet die Gefäßausbildung also von hinten nach vorn fort. Der ganze Kiemendarmabschnitt liegt direkt der Kiemendarmwand oder der Drüsenwand der Schilddrüse an. Im vordersten Viszeralbogenpaar verbinden sich die beiden Gefäßhörner mit den vorderen (Karotiden-) Hörnern des Rückenlängsgefäßes. Die beiden Verbindungsstücke stellen das vorderste Paar der die Rücken- und ventralen Längsgefäße verbindenden Quergefäßserien dar. Der Vorderteil des Mitteldarmabschnitts höhlt sich unter der Leberanlage am 8ten Tage zur Anlage des Sinus venosus aus, ebenso werden die über der Leberanlage liegenden Gefäßschenkel röhrenförmig. Die Hinterteile der Gefäßschenkel heben sich allmählich immer höher, jederseits steigt von ihnen 1 Paar der *schon beim jüngeren Embryo* gebildeten Quergefäße fast senkrecht empor. Nach hinten liegen die Gefäßschenkel dem Vornierengang dicht an. Schließlich gehen sie hinten in die verdickte ventrale Zone der splanchnischen Blätter ohne Einschaltung dazwischenliegender freier Zellen über.

Am 12ten Tage sind die Gefäße des mittleren Darmabschnittes schon sehr groß. Das nunmehr jederseits des dorsalen Längsgefäßes aufgetretene Gefäßstück, das die Kardinalvene darstellt, tritt jetzt in Zusammenhang mit dem vorderen großen Quergefäß-Paar, das früher eine unmittelbare Verbindung mit dem dorsalen Längsgefäß gebildet hatte. Diese neue Verbindung stellt das als Ductus Cuvieri bekannte Gefäß dar. In dieser Zeit erreicht das Hinterende der Längsgefäßschenkel schon den Afterdarm.

Zwischen dem 13ten und 15ten Tage entwickelt sich der Schwanz des Embryos aus der Schwanzknospe, die erst *am 25ten Tage* verschwindet. Zu Beginn dieser Zeit endigen die Gefäßschenkel in 2 kurze, den postanalen Darm dicht umschließende Quergefäße. Bei *einer 14 Tage alten Larve* ist das hinter der Kloake befindliche Quergefäß-Paar auch in den Gefäßring umgebildet, der den postanalen Darm vollkommen als Ring umschließt. Weiter kaudalwärts ist an Stelle des dort vollständig resorbierten postanalen Darmes ein einziges Gefäß vorhanden.

Das weitere Wachstum nach hinten erfolgt im allgemeinen so, daß die beiden Gefäßschenkel sich verlängern und ihre hinteren Enden sich in den Gefäßraum öffnen, unter der Chorda, wo sich das Rückenlängsgefäß befindet. Dieses geschieht *ebenso beim Weiterwachsen.* Die verlängerten ventralen Gefäßstämme wachsen auf demselben Weg erneut nach hinten aus und münden nach Dorsalwärtswendung wieder in den genannten Gefäßraum, welcher Prozeß sich immer wiederholt, bis das Gefäß bis hinter den Afterdarm reicht. In der Vollendung stellen die Gefäße der mittleren und hinteren Darm-Region ein strickleiterartiges System dar. Die der Länge nach verlaufenden, stufenweise gebildeten Gefäßstämme sind das in 2 Teile gespaltene ventrale Längsgefäß, die Verbindungsstücke sind die Quergefäße.

Am 12. Tage treten in den Blutgefäßen die Blutkörperchen auf, die sich aus einem ventral hinter der Leberanlage befindlichen Zellhaufen, *dem schon am 7ten Tage* vorhandenen Blutzellen-Haufen entwickeln. Es findet in dieser Zeit wahrscheinlich schon, ohne Muskelkontraktion, sondern durch verschieden starke Druckverhältnisse in den einzelnen Gefäßteilen, eine Art Blutbewegung statt. *Am 14ten Tage* sind die Blutkörperchen plötzlich ganz außerordentlich vermehrt. Dagegen findet sich keine Spur des Blutzellen-Haufens mehr, der sie eben gebildet hatte.

Die ventrale Zone der splanchnischen Blätter ist also (nach Hatta) nicht bloß der Entstehungsort für das Baumaterial des ventralen Längsgefäßes, sondern in dem Gebiet unter der Leberanlage zugleich die einzige Quelle der Blutkörperchen.

Das Rückenlängsgefäß hat sich unterdessen am 7ten Tage nach hinten bis zur hinteren Partie des Mitteldarms verlängert. *Während der folgenden 3 Tage* wächst es weiter bis zum Schwanz. Dann werden innerhalb des Schwanzes mehrere Paare von Quergefäßen gebildet.

Die Karotiden-Arme verbinden sich vor dem Trigeminusganglion jederseits mit den durch die mandibularen Kiemenbogen gehenden Hörnern des ventralen Längsgefäßes. Jeder Karotiden-Arm ist knapp vor der Vorderspitze der Chorda bei *etwa 12 bis 13 Tage alten Embryonen* in ein kurzes laterales und ein langes mediales Ästchen geteilt. Der etwas ventral liegende laterale Ast, der auf eine kurze Strecke zwischen den 1ten und 2ten Somiten verläuft, um dort zu verschwinden, ist als der vorderste Abschnitt des Karotiden-Armes, also auch als der des dorsalen Längsgefäßes anzusehen, den Hatta als prämandibularen Gefäßbogen bezeichnet, während das sogleich nach der Teilung dorsalwärts zwischen dem Auge und der Seitenwand des Medullarrohrs aufsteigende mediale Ästchen einen somatischen Zweig des Karotiden-Armes bildet. Auch in der Kiemen- und Mitteldarm-Region finden sich Quergefäße zwischen dorsalem und ventralem Längsgefäß.

Bis zu 10 Tagen ist der Inhalt des dorsalen Längsgefäßes frei von zelligen Elementen. *Erst am 12ten oder 13ten Tage* treten plötzlich sehr viele Blutkörperchen auf, also in derselben Zeit, in der sich der ventrale Blutzellen-Haufen aufgelöst hat. Es ist daher der Schluß gerechtfertigt, daß auch diese Blutkörperchen von diesem Zellenherd durch die Quergefäße ins Rückengefäß gelangt sind.

Die segmentalen Seitenquergefäße lassen sich in 3 Abteilungen teilen: (1) die vordere, die die Quergefäße der Vorkiemen- und Kiemen-Region umfaßt, (2) die mittlere, die die in der Vornieren-Region befindlichen enthält und (3) die hintere, die aus den Quergefäßen von der Leberanlage bis zum Schwanz zusammengesetzt wird.

Die Entwickelung der Quergefäße in der vorderen Gruppe schreitet im Gegensatz zur Entwickelungsrichtung der beiden Längsgefäße von vorn nach hinten fort. Der mandibulare Gefäßbogen tritt zuerst auf und hat bei einem *6 Tage alten Embryo* bereits verhältnismäßig außerordentliche Größe. Die Mandibulargefäßbogen sind in der Reihenfolge als 2tes Quergefäß-Paar zu bezeichnen, da theoretisch das Prämandibulargefäß als 1tes bezeichnet werden muß (Hatta).

Das die vordersten ventralen Zweige der Karotiden-Arme vertretende prämandibulare Gefäß-Paar steht in direkter Verbindung mit der Pharynxwand und hat keinen Zusammenhang mit den vorderen paarigen Hörnern des ventralen Längsgefäßes, sondern endigt blind. Die Aushöhlung der Quergefäße beginnt am dorsalen Gefäßende und

schreitet ventralwärts fort. *Erst am 15ten Tage* ist die Aushöhlung durch alle 9 Quergefäß-Paare vollendet und sie treten gleichzeitig mit den dorsalen und ventralen Längsgefäßen in freie Verbindung. *Am 14ten Tage* finden sich bereits reichlich Blutkörperchen in den Quergefäßen. Als Bildungsmaterial der Quergefäße ist gleichfalls wieder das splanchnische Blatt dieser Gebiete festzustellen.

In der Vornieren-Region treten die Gefäße schon früh auf: *schon bei 6 Tage alten Embryonen* sind sie vorhanden. In jedem Zwischenraum zwischen den 6 Vornierenkanälchen findet sich eine Einkerbung, also 6 Paar solcher Einkerbungen der dorsalen Umschlagskante (siehe Entwickelung der Nieren), von denen das letzte hinter dem 6ten Vornierenkanälchen-Paar liegt. Diese entsprechen 6 Paaren von metamerisch gelegenen Quergefäßen der Vornieren-Region. Sie endigen wie das Prämandibulargefäß blind.

Bei ausgeschlüpften Larven ist das 1te, 2te und 5te Quergefäß-Paar und das linke Gefäß des 6ten Paares vollständig verschwunden, die 3ten und 4ten Quergefäße haben sich zu den Vornierenarterien umgebildet und aus dem rechten Gefäß des 6ten Paares ist die Dotterdarmarterien-Wurzel entstanden.

Auch im Anfangsteil des Mitteldarms treten die Quergefäße verhältnismäßig früh — *am 7ten Tage* — auf; namentlich das Paar der außerordentlich großen Quergefäße im hinteren Teil der Leberanlage, das als 17tes Quergefäß-Paar zu bezeichnen ist und die Ductus Cuvieri bildet. Die Gefäße stehen mit den beiden Gefäßschenkeln des ventralen Längsgefäßes in offener Verbindung und öffnen sich auf jeder Seite durch einen spaltförmigen Schlitz in das Rückenlängsgefäß. Die hinter dem erwähnten 17ten Gefäß folgenden Quergefäße sind bedeutend schwächer. *Kurz vor dem Ausschlüpfen haben die Larven* im Mitteldarmgebiet etwa 20 Paar. Die nach dem Ductus Cuvieri nächstfolgenden Gefäße, deren Zahl 7 bis 14 betragen kann, sind obliteriert, dagegen behalten die hintersten (6 bis 13) Quergefäße ihr normales Verhalten bei. Die Gefäßanordnung stimmt mit der Metamerie des Mesoderms überein. Auch im Schwanz *alter Larven* finden sich bereits Quergefäße, die mit diesen zusammen also einen vollständigen Ring bilden. Wahrscheinlich sind 3 Paar Quergefäße im Schwanzabschnitt das Maximum. Da der postanale Darm schon vor der Entstehung von Gefäßen der Zurückbildung anheimfällt, werden weiter hinten keine mehr gebildet.

Die Einfachheit und Regelmäßigkeit dieses primären Gefäß-Systems, das *am 13ten bis 14ten Tage* seine höchste Entfaltung erhält, *erinnert* (nach Hatta) *sehr an den Anneliden-Typus, insbesondere durch die strickleiterartigen Querverbindungen zwischen Rücken- und ventralem Längsgefäß.*

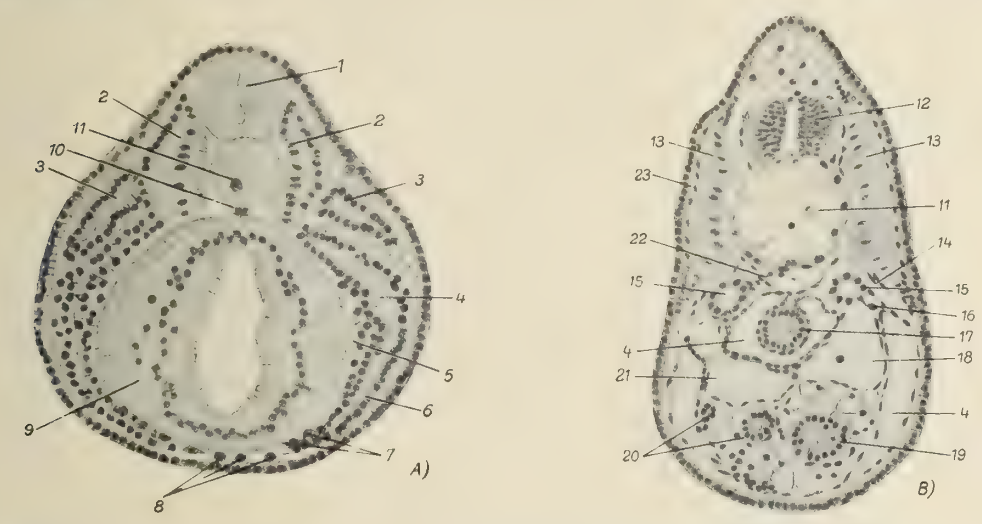
Durch Differenzierung oder Aussackung entstehen von diesem primären splanchnischen Gefäß-System Neubildungen, die sich bei *der erwachsenen Ammocoetes-Larve* finden. Zuerst differenziert sich das ventrale Längsgefäß in das Herz, den Truncus arteriosus, die äußeren Karotiden, die Subintestinalvene und die Kaudalvene; das dorsale Längsgefäß in die inneren Karotiden, die Rückenaorta und die Kaudalarterie. Weiter entspringt eine Reihe anderer Gefäße aus ihm, nämlich die vordere und hintere Kardinalvene und die Parietalarterien und Venen. Die seitlichen Segmentalgefäße haben sich je nach den einzelnen Körper-Regionen in verschiedene physiologisch stark voneinander abweichende Gefäßgruppen umgewandelt, und zwar stellt das vorderste Gefäß-Paar (die Prämandibulargefäße) die Wurzel der Gefäße dar, die das Blut in der Schnauze verteilen; der Mandibulargefäßbogen ist vom Längsgefäß abgetrennt und in Verbindung mit dem Vorderende der vorderen Kardinalvene und mit den sich in der Schnauze und der ventralen Partie der Kiemen-Region verteilenden Venen getreten; die in den Hyoid- und den nachfolgenden 7 Kiemen-Bogen liegenden Quergefäße spalten sich alle der Länge nach in die durch Kapillaren miteinander in Zusammenhang stehenden afferenten und efferenten Kiemengefäße.

Die Quergefäße der Vornieren-Region sind teils vollständig obliteriert, teils in die den arteriellen Blutzufluß für die Vorniere liefernden Glomusarterien umgewandelt. Das rechte Gefäß des 6ten Quergefäß-Paares bildet die Wurzel der asymmetrischen Arteria vitello-intestinalis.

Die Quergefäße der hinteren Abteilung werden vom Rückenlängsgefäß abgetrennt und vereinigen sich weiter ventral auf der dorsalen Mittellinie des Darmes zu einem mit der eben genannten Arterienwurzel in Verbindung stehenden Längsgefäß, dem Stamm der Arteria vitello-intestinalis. Der laterale Abschnitt jedes Quergefäßes dieser Gruppe spaltet sich in der Mitte seiner Längsausdehnung, so daß ein dorsales arterielles und ein ventrales venöses Gefäß unterschieden werden kann. Es bildet sich also jederseits eine die Darmwand umschlingende regelmäßige Reihe von Kreislaufsbahnen durch diese Kapillaren.

Unmittelbar vor der Kloakalknickung des Afterdarms ist nur 1 Paar von Quergefäßen vorhanden, die spätere Rekto-Kloakalarterie (nach Julin).

Vom ventralen Längsgefäß differenziert sich zuerst der unter dem Ösophagus verlaufende Abschnitt in die einzelnen Herzteile, wobei sich das Gefäß von der Ösophaguswand abhebt und die Mesokardien aus- und wieder zurückgebildet werden. Das Gefäß wird zunächst kegelförmig, wobei eine ringförmige Zone um das Gefäß vom Wachstum ausgeschlossen wird: die Einschnürung zwischen dem sich bildenden Ventrikel und dem Atrium, die ja nebeneinander gelagert sind (*etwa am 8ten Tage*). Nun wächst die linke Seitenwand des Ventrikels und die rechte des Atriums besonders stark, so daß die betreffenden Teile sich allmählich nach dieser Seite hin ausbuchten oder »aufblähen« (*12ter bis 13ter Tag*). *Am 13ten Tage* beginnt sich der Übergang vom Atrium zu dem hinten an dieses sich anschließenden Sinus venosus durch eine infolge Ausdehnung der atrialen und Sinuswand entstehende, immer tiefer werdende Einschnürung deutlich zu machen.



Figur 513. Cyclostoma. — *Lampetra japonica* (Martens): *Entwickelung des Gefäß-Systems. **A** Querschnitt durch die hintere Partie der 5ten Skleromyotome eines 4 Tage alten Embryos*; ***B** durch die 1te Kiemen-Tasche* (rechts) *und den 1ten Kiemen- (Hyoid-) Bogen* (links) *einer 14 Tage alten Larve.* (*1*) Medullarrohr; (*2*) 5tes Skleromyotom; (*3*) 2tes Vornieren-Kanälchen; (*4*) Leibes-Höhle; (*5*) splanchnisches, (*6*) somatisches Blatt der Seitenplatten; (*7*) 2 eben ausgestoßene Zellen; (*8*) Blutgefäß-Zellen; (*9*) Kiemen-Darm; (*10*) Subchorda-Zellen; (*11*) Chorda; (*12*) Rückenmark; (*13*) Myocomma; (*14*) Sklerotom; (*15*) Vornieren-Gang; (*16*) hintere Kardinalvene; (*17*) Ösophagus; (*18*) rechter Ductus Cuvieri; (*19*) Gallen-Blase; (*20*) Drüsen-Kanälchen der Leber; (*21*) linker Ductus Cuvieri; (*22*) Rücken-Aorta; (*23*) Kutis-Blatt. (Nach Hatta)

Das Epithel des Herzens besteht aus kubischen, das des Sinus venosus aus abgeplatteten Zellen. An der Einschnürungsstelle des atrioventrikulären Durchganges faltet sich das Endocardium. Diese Falte bildet später die Klappen. In dieser Zeit hebt sich auch das Gefäß von der Darmwand ab. Dadurch bilden sich 2 Gekröse: das die Befestigung an der ventralen Körperwand vermittelnde Mesocardium anterius und das die Aufhängung an der ventralen Darmwand bildende Mesocardium posterius. *Schon am 12ten Tage* wird das hintere Herzgekröse resorbiert, *bei ausgeschlüpften Larven* ist auch schon das vordere zurückentwickelt, und das Herzrohr liegt nun frei im Perikardialraum. *Am 14ten Tage* differenziert sich das Perikard durch Ausbildung von Muskelfasern in das Myocardium und das Peritoneum. Die Kontraktionsfähigkeit des Herzens beginnt.

Nach vorn zu wird in dieser Zeit das Längsgefäß abgetrennt und es bilden sich neue Gefäße. Während früher der vordere Abschnitt (die gespaltenen Hörner oder Schenkel) dicker als der einheitliche Stamm war, wird dies nun umgekehrt und damit die definitive Gestaltung der Gefäße gebildet. Dabei rückt das Gefäß immer höher und *am 14ten Tage* nähern sich die vorderen Hörner einander und der Pharynxbogen wird gehoben, so daß sich eine Längsleiste bildet, die hypobranchiale Leiste, die sich in die Hypobranchial-Grube umbildet. Der der Kiemen-Region zugehörige Abschnitt

des ventralen Längsgefäßes nimmt seine definitive Stellung als Truncus arteriosus ein, an dessen vorderem Ende sich das mandibulare Seitenquergefäß abtrennt. An der Seite der Seitenquergefäßwurzel entspringt jederseits die schwache Lingualarterie. Auch die Gefäße dieser Region heben sich nach und nach vom Pharynx ab.

Durch Umbildung des vorderen ungeteilten Abschnittes der Gefäßschenkel, sowie Verlagerung und Verschmelzung ihres geteilten Abschnittes und durch das Auftreten eines neuen medianen Gefäßes differenziert sich der hinter dem Herzen folgende Abschnitt des ventralen Längsgefäßes in den Sinus venosus. Er ist gegen den mit dem Ductus Cuvieri und den Gefäßschenkeln in offener Verbindung stehenden ventralen Zellhaufen (Seite 515) durch die Endothelwand vollständig abgesondert.

Dieser Zellhaufen lockert sich in seinem Verband auf und bildet einen geräumigen Blutsinus, der aber durch einige Gefäßstücke noch mit den beiden Gefäßschenkeln in innigem Zusammenhang steht. Sodann wachsen Drüsenkanälchen der Leber in diesen Gefäßraum hinein und er wird schließlich in eine Anzahl von Kapillaren aufgeteilt, die mit den Gefäßschenkeln, hauptsächlich dem rechten, zusammenhängen. Sie stellen Nebenblutbahnen dar. *Am 12ten Tage* beginnen sich die Gefäßschenkel durch Einschnürung des Ductus choledochus einander zu nähern. Infolge der nunmehr eintretenden Abnahme des Darmumfanges in diesem Gebiet rücken sie nach der ventralen Mittellinie. Diese Annäherung der beiden Schenkel schreitet langsam nach hinten fort, und schließlich verschmelzen sie auf der ventralen Mittellinie des Darmes miteinander von vorn nach hinten. *Am 25ten Tage* ist diese Verschmelzung an der hinteren Darmwand vollendet. Hierauf erfolgt die Abhebung des Gefäßes, der Subintestinalvene, von der Darmwand. Sie stellt nach hinten die direkte Fortsetzung des unter dem postanalen Darm verlaufenden hintersten ventralen Längsgefäßabschnittes dar.

Die Gefäßschenkel verschmelzen jedoch nicht in ihrer ganzen Länge, sondern der vorderste Abschnitt bleibt geteilt bis zu der Stelle, wo der Ductus choledochus sich in den Darm öffnet. Das rechte Gefäß (Gefäßhorn) dieses gegabelten Teiles wird außerordentlich klein und geht bis zur Öffnung in den basalen Teil des rechten Ductus Cuvieri, wobei es Zweige abgibt, die zwischen den Drüsenkanälen der Leber verschwinden. Das linke Gefäßhorn sendet außer einigen kleineren Ästchen einen etwas stärkeren, wieder in einige Zweige geteilten Ast nach rechts. Die Ästchen (und zwar der beiden Gefäße) erreichen nie den basalen Teil des Ductus Cuvieri, mit dem die beiden Hörner selbst in Verbindung stehen, sondern verschwinden zwischen den Drüsenkanälen der Leber. Diese Gabelung und geweihartige Verästelung ist ein Entwickelungsstadium des Leber-Pfortaderkreislaufes. Das rechte Gefäß wird durch die immer größer werdende Gallenblase verdrängt und seine Blutbahn nach dem Sinus venosus hin vollständig zurückgebildet, so daß nun der Blutverkehr zwischen Sinus venosus und Leber sowie Subintestinalvene nur durch das linke Gefäßhorn möglich ist; es ist in seinem durch die Leber führenden Teil in Kapillaren aufgelöst, so daß das Blut aus der Subintestinalvene nach dem Sinus venosus durch die Leberkapillaren strömen muß. Damit ist die Differenzierung des vordersten Abschnittes des ventralen Längsgefäßes in das Pfortader-System vollendet, wobei der hintere Abschnitt der rechten und linken Gefäßhörner die Portalvene, der vordere Abschnitt des linken Gefäßhornes die Lebervene (hepatische Vene) und die Verzweigungen der beiden Gefäßhörner die Leberkapillaren gebildet haben. Zugleich ist auch die Differenzierung des ganzen ventralen Längsgefäßes abgeschlossen, das (nach Hatta) aus einem ursprünglich paarigen Mediangefäß bestand, dessen teilweise Vereinigung sekundärer Natur ist.

Außer den Gefäßschenkeln öffnet sich auch noch der *am 12ten Tag entstandene* Ductus Cuvieri, ein Seitenquergefäß, in den hintersten Abschnitt des Sinus venosus. *An diesem Tage* entspringt in der Mitte des hintersten Teiles des Sinusbodens ein neues Gefäß, das zwischen dem somatischen Peritoneum und dem Ektoderm vorwärts geht: die Vena jugularis impar, deren Wachstum von hinten nach vorn erfolgt. *Am 14ten Tage* reicht sie bereits bis zur vorderen Grenze der Kiemen-Region. An ihrer Sinusöffnung und unter der 5ten und 6ten Kiementasche ist sie in 2 gleich starke Stämme gespalten und teilt sich hinter der Schilddrüse in 3 ebenfalls gleich starke Stämme, deren mittlerer, der ventralen medianen Schilddrüsengrube dicht anliegend, als weitere Fortsetzung der Vene gerade vorwärts verläuft, während die beiden seitlichen, die Schilddrüsenvenen, jederseits auf der lateralen Schilddrüsenwand vorwärtsziehen und beim vorderen Drüsenabschnitt in die Ecke zwischen ihrem Mittel- und Seiten-Lappen aufgenommen werden.

Die Vena subintestinalis erhält eine mesodermale Bekleidung durch das splanchnische Peritoneum, das sie von der Darmwand abhebt. Eine kurze Strecke ihres

Vorderabschnittes ist sie von der Darmwand ganz abgehoben und tritt dort als Vena portalis in die Leber ein.

Am 14ten Tage tritt vor der Kloake in der ventralen Medianpartie des Hinterdarmes der hintere ventrale Blutzellen-Haufen auf, der schließlich in die ventralen Verbindungsgefäßstücke zwischen den beiden Gefäßschenkeln umgewandelt wird. Das dorsale Längsgefäß erfährt keine lokale Veränderung, wird jedoch von der Darmwand abgehoben und entsendet eine Anzahl sekundärer, segmental in Zwischenräumen angeordneter Gefäße.

Gleich nach der Bildung der Karotiden entspringen aus ihnen 4 Paar von dorsalen Zweigen, die jeder einen schmalen, sich zwischen dem Medullarrohr und dem betreffenden Ganglion oder der Nervenwurzel fast senkrecht stellenden Spalt bilden und von denen das vorderste Paar vom Vorderende der Karotiden-Arme (ihrem Vereinigungspunkt mit dem prämandibularen Gefäßbogen) ausgeht, das nächste 2te, gegenüber dem Trigeminusganglion, das 3te vor der Gehörkapsel und das 4te von der dem Hauptstamm des dorsalen Längsgefäßes angehörenden Gabelung der Karotiden-Arme. Das 1te Paar gehört dem Ophthalmicus- und Prämandibular-Segment an, das 2te dem Trigeminus- und Mandibular-Segment, das 3te dem Acustico-facialis- und Hyoidsegment und das 4te dem mit dem Segment des 1ten Kiemenbogens zusammenfallenden Glosso-pharyngeus-Segment. Es sind die Parietalarterien, die durch dorsale und ventrale Kollateralen miteinander verbunden werden, wodurch jederseits 2 horizontal verlaufende Längsarterien entstehen, von denen die dorsale oberhalb des Gehirnganglions, die ventrale, die spätere hintere Zerebralarterie, in dem zwischen der Basalfläche des Medullarkanals und der Chorda liegenden Winkel verläuft.

Im Laufe der Weiterentwickelung treten auch hinter dem Glosso-pharyngeus-Segment weitere parietale Arterien auf und sind *bei der gerade ausgeschlüpften Larve* schon in der Vornierengegend *und am 18ten Tage* bis auf die in der Schwanzwurzel gebildet.

Auch die 2te Reihe der sekundären somatischen Gefäße besteht aus Längs- und Seiten-Quergefäßen, den Kardinalvenen und den Parietalvenen. Die sehr weiten Kardinalvenen verlaufen parallel mit dem dorsalen Längsgefäß und sind *am 12ten Tage* bereits bis zur hinteren Region des Mitteldarms nach hinten zu gebildet. In der Kiemen-Region gehen sie jederseits zwischen dem dorsalen Längsgefäß und der Chorda einerseits, dem Myocomma und mesodermalen Kiemenbogen andererseits durch. Kopfwärts vom Ductus Cuvieri verlaufen sie oberhalb des Vornierenganges, hinter ihm unter dem Vornieren- und Sammel-Gang oder lateral von ihm.

Der Beginn der Kardinalvenenbildung ist *am 11ten Tage* bereits deutlich zu sehen. Die Gefäßbildung schreitet nach beiden Richtungen fort, und zwar wahrscheinlich vom Ductus Cuvieri sowohl nach vorn wie nach hinten gleichzeitig. Gewöhnlich öffnet sich die Vene mit ihrem vorderen und hinteren Ende in das dorsale Längsgefäß, hat aber in der Mittel- und hinteren Darm-Region meist mehr als eine Verbindungsöffnung. Nach Hatta erfolgt ihre Bildung wahrscheinlich durch Auftreten von Ausbuchtungen in der dorsalen Längsgefäßwand zwischen den Myocommata, die sich miteinander verbinden. Sie gehen von den Seitenwänden des dorsalen Längsgefäßes aus.

Vorn erreichen die beiden Kardinalvenen das Vagus-Segment und gehen dort in die vorderste, zwischen dem 1ten und 2ten Myocomma verlaufende Parietalvene über. *Am 18ten Tage* ist die Vene bis zur Grenze zwischen Rumpf und Schwanz fertig ausgebildet.

Die Parietalvenen entstehen jederseits aus einer Reihe dorsaler Ausbuchtungen der Kardinalvenen in jedem intersomitischen Raum. Die typisch ausgebildeten Parietalvenen steigen zwischen der skeletogenen Chordaschicht und dem Myotom fast senkrecht aufwärts, wenden sich an der Basis des Medullarrohres seitwärts, um zwischen dem Myotom und der skeletogenen Schicht des Medullarrohres zu verlaufen und teilen sich in der Höhe der Spinalnervenwurzel in einen vorderen horizontalen kollateralen Zweig, der sich mit dem dem nächstvorderen Segment zugehörigen Parietalarterienzweig verbindet, und in einen hinteren horizontalen kollateralen Zweig, der mit dem Parietalarterienzweig des nächstfolgenden Segmentes in Zusammenhang steht. Das 1te Paar Parietalvenen tritt zuerst im Vagussegment auf; die 4 vordersten Parietalarterien haben also keine entsprechenden Venen. Die vorderste, jederseits vom Vorderende der Kardinalvene entspringende Parietalvene hat im Zusammenhang damit auch verschiedene Abweichungen vom Verhalten der anderen.

Die im Schwanz befindlichen Parietalvenen verbinden sich mit der ihre hintere Fortsetzung bildenden Kaudalvene. Die Venen zeigen im Gegensatz zu den Arterien einen sehr weiten Durchmesser.

Das Parietalvenen-System bildet sich nur im Zusammenhang mit den Myocommata.

Auf jüngeren Stadien öffnet sich die dorsale horizontale Arterie jederseits durch die 5te Parietalarterie in die 1te Parietalvene. Das ganze Kreislauf-System der Parietal-Arterien- und -Venen, das bei *einer 18 bis 22 Tage alten Larve* sehr gut ausgebildet ist, ist sehr regelmäßig.

Das dorsale Längsgefäß wird von der Darmwand durch das dazwischentretende dorsale Mesenterium abgehoben. Es stellt die Rückenaorta dar, die so wie die Parietal-Arterien- und -Venen *am 18ten Tage* differenziert ist. Nach hinten geht sie in die Kaudalarterie des Schwanzes über. Rückenaorta und ihre hintere und vordere Fortsetzung erhalten mesodermale Auskleidung von den den Dorsalkanten der beiderseitigen Seitenplatten entstammenden Mesoderm-Zellen.

Auch die Differenzierung der lateralen Segmentalgefäße fängt in der Vornieren-Region an durch Bildung der 6 Seitenquergefäße, die als Vornierenarterien zu bezeichnen sind (*entsprechend denen bei Haifisch-Embryonen*). *Am 12ten und 13ten Tage* zeigen sie ihre höchste Entwickelung, *am 14ten* obliteriert ihr 1tes Paar, sowie die linke Arterie des 6ten Paares, während die rechte Arterie in die Wurzel der Arteria vitello-intestinalis umgebildet wird. *Am 16ten Tage* verschwindet das 5te und 4te Arterien-Paar; die beiden bestehenbleibenden Arterien-Paare 2 und 3 bilden die Glomusarterien. *Am 12ten Tage* entsteht der Ductus Cuvieri aus dem sehr starken vordersten Paar der Seitenquergefäße der Mitteldarm-Region dadurch, daß sich die Gefäßverbindung mit dem Rückenlängsgefäß verschließt und die Seitenquergefäße von der Darmwand abgehoben werden. Sodann verbinden sie sich mit den Kardinalvenen.

Die Verbindung des Ductus Cuvieri mit dem Sinus venosus, der *etwa am 12ten Tage* zwischen rechtem und linkem Ductus Cuvieri auftritt, ist primär.

Die hinter dem Ductus Cuvieri im Verlauf des Mittel- und Hinter-Darmes befindlichen Seitenquergefäße werden zuerst von der Darmwand abgehoben, durch das dazwischen sich bildende dorsale Mesenterium von ihr getrennt und dabei auch vom Rückenlängsgefäß geschieden, wobei die Seitenquergefäße ihre Verbindung mit dem Rückenlängsgefäß verlieren. Nach dieser Trennung tritt die in der Mittellinie des Darmdaches entlanglaufende Arteria vitello-intestinalis auf, die sich vorn mit der rechten Arterie des 6ten Paares der Vornierenarterien, ihrer Wurzel, verbindet, den Zusammenhang mit den vom Rückenlängsgefäß abgetrennten Seitenquergefäßen herstellt und aus den dorsalen Stücken der Seitenquergefäße zusammengesetzt ist. Mit der Differenzierung des Rückenlängsgefäßes verlängert sich die Arteria vitello-intestinalis und erreicht *etwa am 17ten Tage* den Hinterdarm. Ihre Wurzel verläßt die Rückenaorta an der rechten Seite über der Leber, läuft zwischen den beiden Blättern des Mesenteriums schräg nach hinten ventralwärts und kommt über der Darmöffnung des Ductus choledochus an der Darmwand an. Die Arterie selbst verläuft von da nach hinten entlang der der Subintestinalvene gegenüberliegenden dorsalen Mittellinie des Darmes. Beim Verlauf durch das Mesenterium gibt sie als kleinen Zweig an den Ösophagus die Arteria intestinalis, als mächtigen Zweig an die Leber die Arteria hepatica ab. In der Mittel- und Hinterdarm-Region schließt sie sich dicht der Darmwand an.

Die Seitenquergefäße des Schwanzes obliterieren vollständig, wenn der postanale Darm resorbiert ist.

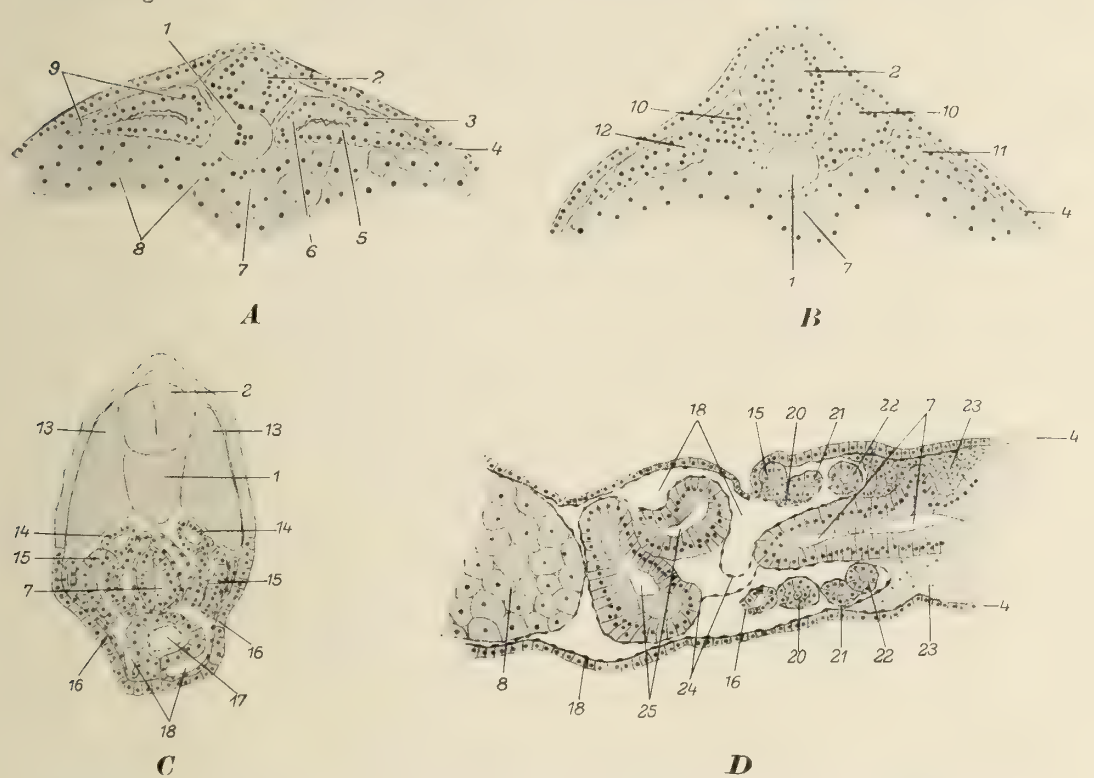
In der dorsalen Mittellinie des Darmes zwischen Darmdach und der Basis des dorsalen Mesenteriums liegt ein dem Darmdach dicht angelagertes Gewebe, das lymphoide Gewebe, an. In diesem Gewebe ist die Arteria vitello-intestinalis eingebettet, mit deren Bildung es fast gleichzeitig auftritt und mit deren Wachstum von vorn nach hinten es sich gleichfalls verlängert, sich zugleich nach und nach verdickend. Sein Bildungsmaterial dürften die in der genannten Arterie vorhandenen freien Zellen darstellen, die durch die noch unvollkommene Arterienwand austreten und rings um sie einen Zellenhaufen bilden.

Von den Differenzierungen der Seitenquergefäße im Kopf und Kiemengebiet sei noch folgendes erwähnt. Das 1te Paar, das prämandibulare Gefäßbogen-Paar, treibt *am 12ten Tage* einen seitlich zwischen Augapfel und Trigeminusganglion verlaufenden, längs der unteren Ränder der beiden Organe einen großen Bogen beschreibenden Fazialarterienzweig. Der prämandibulare Gefäßbogen verschwindet sodann mit Ausnahme seines Karotidenverbindungsstückes, das von nun an mit dem Fazialarterienzweig die endgültige Fazialarterie bildet.

Am 13ten Tage obliteriert der ventrale Abschnitt des 2ten Paares der Seitensegmentalgefäße (das mandibulare, viszerale Bogen-Paar). Sein dorsaler Abschnitt trennt sich sodann von der Rückenaorta und wird jederseits in sekundäre Verbindung mit dem Vorderende der Kardinalvene gebracht, während die ventralen Enden der

Gefäßbogen sich mit der Vena jugularis impar verbinden. Durch diese Umbildung entstehen die Mandibularvenen. In die Mandibularvenen öffnen sich noch jederseits 2 Kopfvenen, die Fazialvene und die Vena capitis lateralis. Die Verbindungsstelle dieser 3 Gefäße erweitert sich zu einem großen Blutsinus.

Die nun folgenden 8 Gefäßbogen-Paare bilden sich alle auf gleiche Weise in die Kiemengefäße um, dadurch, daß sich jeder Gefäßbogen der Länge nach in afferente und efferente Gefäße, die Kiemenarterie und die Kiemenvene, spaltet, von denen die Arterie mit dem Truncus arteriosus in Verbindung bleibt. Kiemenarterien und Kiemenvenen sind durch etwa 6 kurze Gefäßstücke, die einfachen Kiemenkapillaren, in Verbindung. Die Kapillarbildung geschieht durch die unvollkommene Spaltung des ursprünglichen Gefäßbogens.



Figur 514. Cyclostoma. — *Lampetra-Spezies: Entwickelung der Exkretions-Organe.* ***A*** *Querschnitt durch die Dorsalregion eines Embryos zwischen Stadium I und II;* ***B*** *eines jungen Embryos vom Stadium II;* ***C*** *Querschnitt durch einen Embryo vom Stadium VI;* ***D*** *Frontalschnitt durch einen etwas älteren Embryo als der im Stadium VI.* (*1*) Chorda; (*2*) Neuralstrang oder Neuralkanal; (*3*) dorsale Mesoblasten-Reihe; (*4*) Epiblast; (*5*) ventrale, (*6*) mediane Mesoblasten-Reihe; (*7*) Vorderdarm; (*8*) Hypoblast; (*9*) Mesoblast; (*10*) 4tes Myotom; (*11*) laterale Mesoblast-Platte; (*12*) Anlage des 1ten Vornieren-Tubulus; (*13*) 8tes Myotom; (*14*) Sammelgang; (*15*) 5ter Vornieren-Tubulus; (*16*) 5tes Nephrostom; (*17*) Herz; (*18*) Pleuroperitonealhöhle; (*19*) Wurzel des Mesenteriums; (*20*) Glomerulus der Vorniere; (*21*) 4ter, (*22*) 3ter Vornieren-Tubulus; (*23*) Kiemen-Region; (*24*) Peritonealmembran; (*25*) Leber-Anlage. (Nach Hatta)

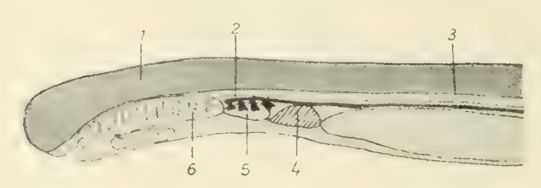
Zusammenfassend sei erwähnt, daß die ursprüngliche Form des Gefäß-Systems bei den Petromyzoniden nur während des Embryonallebens vorhanden ist, daß im Larvenleben das sekundäre Gefäß-System auftritt und dann das ganze Leben des Tieres hindurch dauert.

Entwickelung der Vor- und Ur-Niere der Petromyzoniden

Nach Wheeler und Hatta entsteht die Vorniere aus Ursegmentstielen und erhält ihre definitive, durch *die ganze Larvenperiode bleibende* Form *in Larven von 4 bis 5 Millimeter Länge.*

Die ersten Stadien bestehen aus 5 bis 6 paarigen Anlagen, die sich später auf eine aus 3, 4 oder 5, manchmal auch 6 Kanälchen bestehende Vorniere

reduzieren. *Diese ersten Anlagen* werden von den Ursegmentstielen des 7ten bis etwa 19ten metotischen Ursegments paarig geliefert. Die 6 paarigen Hauptkanälchen besitzen einen Sammelgang, der schließlich in die Kloake mündet. Dieser Kaudalteil des Sammelganges entsteht gleichzeitig aus den Ursegmentstielen der hinteren Körper-Region. Die Reduzierung erfolgt zunächst beim 1ten, dann beim 6ten, schließlich beim 2ten Hauptkanälchen. Die übrig bleibenden öffnen sich unten in der Leibeshöhle durch ein Nephrostom und verbinden sich oben in dem als primärer Harnleiter kaudalwärts ziehenden Sammelgang. *Die weitere Entwickelung* erfolgt als ein Längenwachstum der Kanälchen, die dadurch zugleich einen bedeutend gewundeneren Verlauf erhalten.

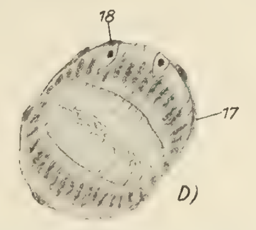


Figur 515. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *schematische Darstellung der Lage der Vorniere bei einer 6,5 Millimeter langen Larve.* (*1*) Medullarrohr; (*2*) Vorniere; (*3*) Chorda; (*4*) Leber; (*5*) Herz; (*6*) Kiemen-Tasche. (Nach Inukai)

Die Vorniere liegt *zu Ende dieser Stadien* (nach Inukai) an beiden Seiten des Vorderdarmes in der Perikardialgegend der Leibeshöhle und erstreckt sich von der letzten Kiementasche bis zur Leber-Anlage. Nun beginnen sich die Windungen der 4 persistierenden Kanälchen stärker zu biegen, und zwar in kranialwärts gerichteten Bogen. Auch der hintere Sammelgangabschnitt beginnt sich zu schlängeln. Die Vorstülpung der Vornierenkanälchen in die Leibeshöhle bildet die Vornierenleiste, die in die Bauchhöhle vorspringt. In der Wandung des sich frei in der Leibeshöhle öffnenden Nephrostoms sind die Zilien ausgebildet, die in der Richtung gegen den Sammelgang schlagen. *Zu dieser Zeit* entwickelt sich auch die erste Anlage des Glomerulus zwischen dem peritonealen Epithel der Vornierenleiste und den Vornierenkanälchen. Er wird von einigen Ästchen der Aorta gespeist.

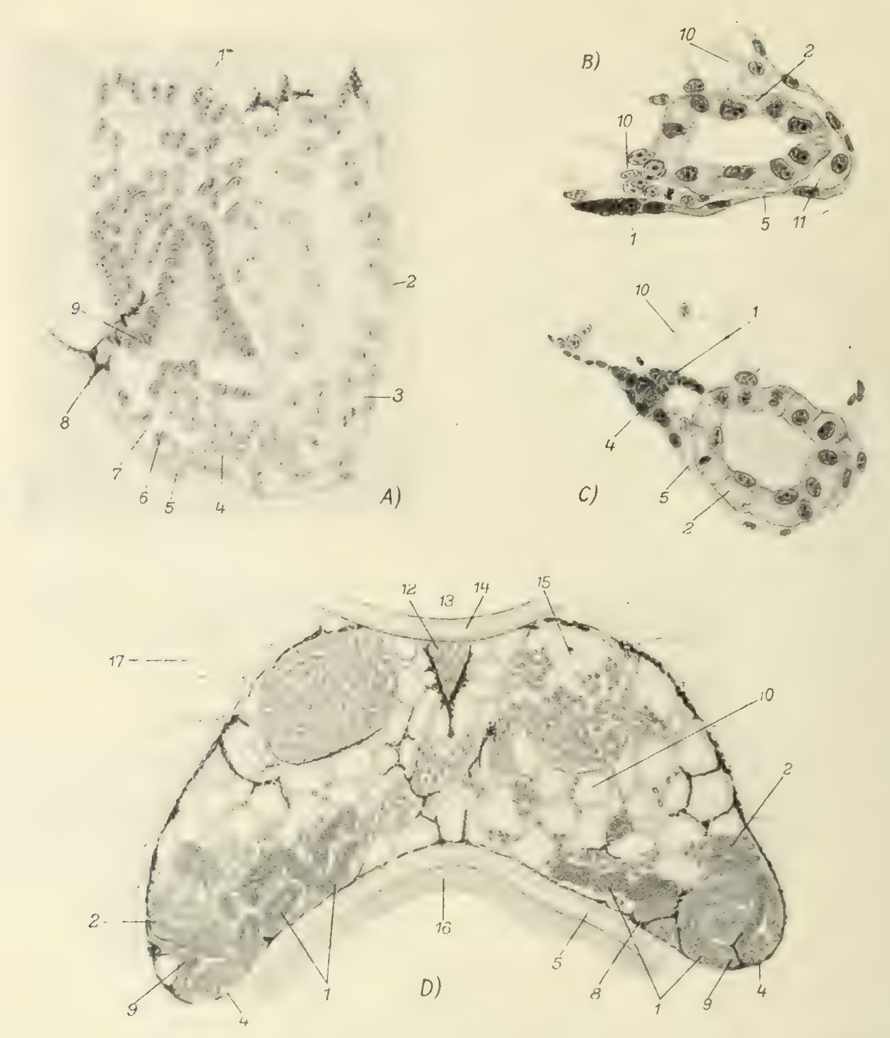
Das Wachstum der Vornierenkanälchen und des Sammelganges schreitet nun rasch weiter fort und kurz darauf sind die Kanälchen schon mehrfach geschlängelt, insbesondere die mittleren; und der Sammelgang, an dem ein ungleichmäßiges Wachstum festzustellen ist, besitzt ganz besonders starke Windungen vor allem zwischen dem 2ten und 3ten Vornierenkanälchen und in seinem hinteren Teil. Die Schlängelungen und Windungen sind dadurch leicht erklärlich, daß der retroperitoneale Raum, in dem das Gebilde liegt, an Größe wenig zugenommen hat. Medial in dem Raum zwischen 2tem und 3tem Vornierenkanälchen liegt auch der Glomerulus, der in der Mitte am dicksten und gegen beide Enden etwas zugespitzt ist. Der Raum zwischen den Kanälchen der Vorniere ist überall mit Blutkörperchen gefüllt. Er steht in direkter Verbindung mit der Vena cardinalis anterior. *Schon bei einer Larvenlänge von etwa 11 bis 12 Zentimetern* ist der Stand der höchsten Ausbildung der Vorniere erreicht, und die erste Anlage der Urniere, des definitiven Harn-Organs, beginnt sich zu entwickeln. Die Vornierenkanälchen sind in diesem Stadium außerordentlich stark verknäuelt (Figur 438). Das Organ liegt links und rechts dicht neben der Aorta dorsalis. Die Nephrostome sind deutlich trichterförmig und derart angeordnet, daß zwischen dem 2ten und 3ten oder zwischen dem 1ten und 2ten und dementsprechend auch zwischen den zugehörigen Vornierenkanälchen ein bedeutend größerer Zwischenraum ist als zwischen den übrigen. In diesen ist medial von den Nephrostomtrichtern rechts und links von der Aorta, mit ihr durch einen senkrechten Ast verbunden, der Glomerulus gelegen, der etwa fingerförmige Gestalt mit 2 seichten Einschnürungen besitzt und in dessen Mitte der erwähnte Aortenast einmündet. Die Vornierenkanälchen und der Sammelgang sind so dicht zusammengedrängt, daß sie im einzelnen kaum voneinander unterschieden werden können. Die Öffnung der Nephrostomtrichter geht nach verschiedenen Seiten: entweder nach vorn (meist der 1te), oder lateral, oder ventral, oder nach hinten, oder auch in einer Mittelrichtung, also zum Beispiel kranio-ventral oder ventro-kaudal.

Wie schon erwähnt, schwankt die Zahl der Vornierenkanälchen zwischen 3 und 6; am häufigsten finden sich 4 oder 5 (*beim Fluß- oder beim Bach-Neunauge*). Auch ist ihre Zahl auf den beiden Körperseiten nicht immer gleich, sondern es findet sich manchmal auf der einen Seite um 1, ganz selten um 2 Kanälchen mehr als auf der anderen.

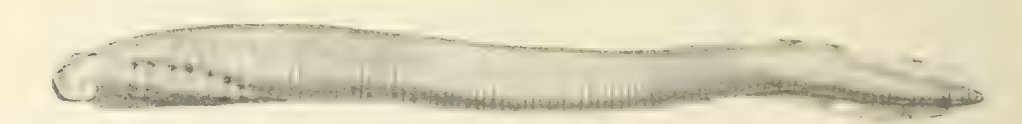


Figur 516. Cyclostoma. – *Lampetra planeri* (Bloch) und (***C*** und ***D***) *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Entwickelung der Exkretions-Organe.* ***A*** *Sagittalschnitt durch einen Embryo des Stadiums 3 (6te Periode nach Goette) mit 6 Vornieren-Kanälchen.* ***B*** *Sagittalschnitt durch die rechte Vorniere eines Embryos auf Stadium 4 (Beginn der 7ten Periode nach Goette), 2ter und 3ter Tubulus erhalten Zilien.* ***C*** *Längs- und* ***D*** *Querschnitt durch einen Vornieren-Kanal eines 9,5 Zentimeter langen Ammocoetes.* (*1*) 1ter Vornieren-Tubulus; (*2*) Zölom (Myozöl und Splanchnozöl); (*3*) 2ter Vornieren-Tubulus; (*4*) Entoderm; (*5 bis 8*) 3ter bis 6ter Vornieren-Tubulus; (*9*) mesoblastische Somiten; (*10*) Vornieren-Gang; (*11*) Ektoderm; (*12*) Sammelgang; (*13*) Peritoneum; (*14*) Herz; (*15*) Chorda; (*16*) Sklerotom; (*17*) Endothel der Blut-Gefäße; (*18*) Ersatz-Zelle; (*19*) Blut-Körperchen. (Nach Wheeler)

Dies kann sowohl auf der rechten wie auf der linken Seite der Fall sein und hängt mit der verschiedenen Lagerung der Leber zusammen. Die ersten Anlagen der Urniere entwickeln sich nach Fürbringer *schon bei der 9 bis 10 Zentimeter langen Larve*, nach Inukai *erst bei einer Größe von etwa 12 Zentimetern*; und zwar vom Peritoneal-Epithel aus, indem im hinteren Körperabschnitt die Vene und der primäre Harnleiter zu beiden Seiten der Aorta, vom Peritoneal-Epithel überzogen, mit stumpfer Spitze in die Leibeshöhle vorspringen. Dies bildet den Urnierenstreifen, der anfangs metamer angeordnet ist und aus dem sich die Urnierenkanälchen entwickeln, welche Entwickelung von vorn nach hinten fortschreitet.



Figur 517. Cyclostoma. — *Petromyzon marinus dorsatus* Wilder: *spätere Entwickelung der Exkretions-Organe.* ***A*** *bis* ***C*** *Entwickelung der Urnieren-Tubuli beim Ammocoetes von etwa 15 Millimeter und etwas mehr Gesamtlänge.* ***D*** *Querschnitt durch beide Urnieren-Lappen eines 12 Millimeter langen Ammocoetes.* (*1*) Urnieren-Tubulus; (*2*) Vornieren-Gang; (*3*) ventrale Flossen-Falte (?); (*4*) Urnieren-Glomerulus; (*5*) Peritoneum; (*6*) Blut-Körperchen; (*7*) Glomerulargefäß; (*8*) Pigment; (*9*) Urnierengang-Kanal; (*10*) Corpus adiposum; (*11*) Sinus venosus (mit Urnieren-Gang); (*12*) Aorta; (*13*) Chorda; (*14*) Chorda-Scheide; (*15*) Kardinalvene (Vena cardinalis); (*16*) Darm-Lumen; (*17*) Muskel-Platte. (Nach Wheeler)



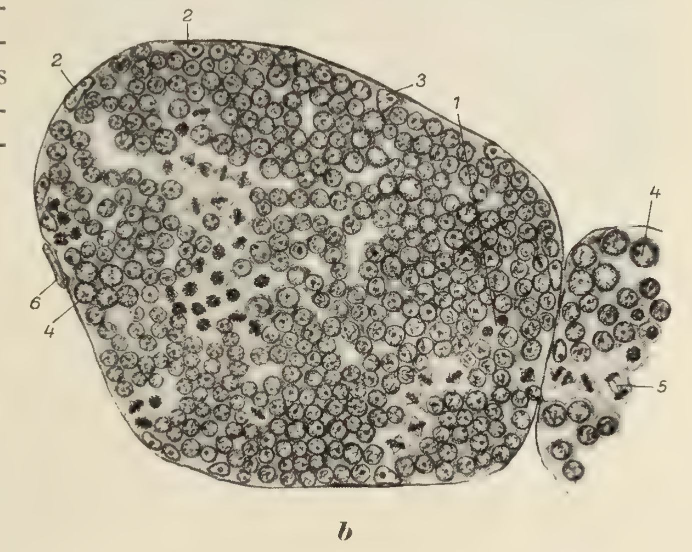
Figur 518. Cyclostoma. — *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus): *Ammocoetes-Larve.* (Nach Parker)

Metamorphose

Für den Beginn der Metamorphose ist das Sichtbarwerden des Auges kennzeichnend. Weiter verändert sich die Mundöffnung, und die Kiemenfurche verstreicht allmählich. In der Iris und in der Bauchhaut tritt Silberglanz auf, der durch Guaninkristalle hervorgerufen wird. Den Schluß der Metamorphose kennzeichnet die Ansaugfähigkeit des Tieres.

Geschlechtsdifferenzierung des Ammocoetes

Die Metamorphose in das Geschlechts-Tier erfolgt bei Ammocoetes im 3ten Jahr. Die 1te Anlage der Geschlechts-Drüsen findet sich *bereits bei Tieren, die einige Monate alt sind.* Man kann von Anfang an das Follikel-Epithel und die Geschlechts-Zellen voneinander unterscheiden. Beide gehen aus dem Peritoneal-Epithel hervor, das sich in einer von den großen Geschlechts-Zellen ausgefüllten Falte erhebt. Von der Dorsalseite dringen nun Bindegewebe und Blutgefäße in diese Falte ein, längs deren Wand sich Zellnester bilden. Das peritoneale Epithel wird an der Stelle, wo es die Falte bildet, höher und überkleidet die Oberfläche der Anlage mit kubischen Zellen. In diesem Stadium, in dem die Tiere (nach Lubosch) als *indifferente des 1ten Jahrganges* bezeichnet werden, erscheinen die Geschlechtszellen-Kerne als locker verteiltes Chromatingerüst. Auch finden sich häufige Kernteilungsfiguren.



a

Figur 519. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Schnitte durch Hoden-Follikel, **a** von einem im Juli, **b** von einem im Oktober konservierten Metamorphose-Stadium.* (*1*) frisch abgelaufene Spermiogonien-Teilungen; (*2*) Kerne von Follikelepithel-Zellen; (*3*) kegelförmige Follikelepithel-Zelle mit (auf dem Durchschnitt) 3-eckigem Kern, der an den der Sertolischen Zellen aus Säugetier-Samenkanälchen erinnert; (*4*) Spermiogonien in der Prophase der Teilung; (*5*) Dyaster einer Spermiogonien-Teilung; (*6*) Kern einer Bindegewebs-Zelle. (Nach Weissenberg)

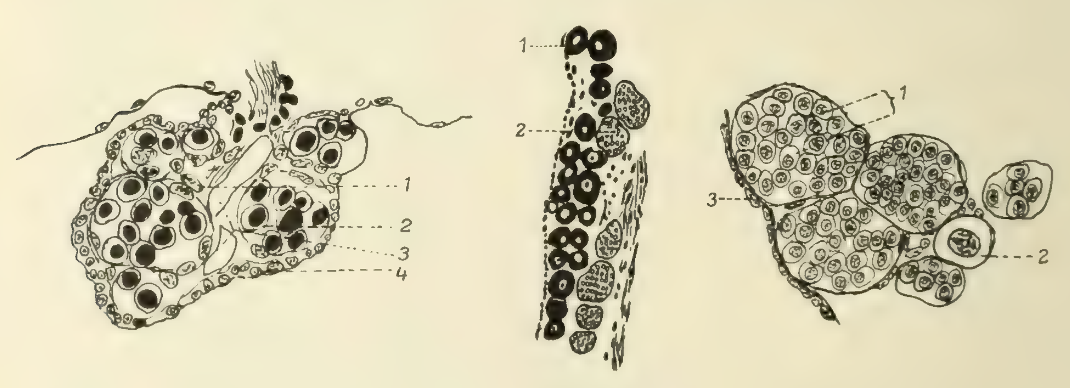
Schon zu Ende des 1ten Jahres tritt die Differenzierung ein. Es ist dabei (nach Lubosch) festzustellen, daß, während *die Zahl der erwachsenen Männchen und Weibchen* ungefähr gleich ist, *die Anzahl der Larven, die weibliche Keimdrüsen entwickeln, nahezu 75 Prozent beträgt.* Doch sind nicht alle diese Keimdrüsen junge Ovarien, sondern es finden sich 2 voneinander verschiedene Typen. Im Ovarium *der Geschlechts-Tiere* besitzen alle Eier, ob sie nun etwas größer oder kleiner sind, den gleichen Entwickelungsgrad und stimmen bis in die feinsten zytologischen Einzelheiten ihrer Keimbläschen überein. Auch *bei Ammocoetes* finden sich solche Drüsen, bei denen die Geschlechts-Zellen alle gleichzeitig und plötzlich aus der Vermehrungsperiode, also aus dem indifferenten Zustand in die Wachstumsperiode übergehen und *zu den jüngsten Stadien der Ei-Zellen* werden. Der Übergang von den indifferenten Geschlechts-Zellen *zu den jüngsten Ei-Zellen* besteht darin, daß ihre Keimbläschen einen außerordentlich großen Nucleolus erhalten, nachdem sich schon früher die Differenzierung in Follikel-Zellen und Geschlechts-Zellen vollzogen hat. Hierbei werden (nach Lubosch) alle einmal vorhandenen Geschlechts-Zellen auch zu Eiern (entgegen der Angabe von Wilhelm Müller, derzufolge aus Zell-Nestern eine Zelle zum Ei, die übrigen zu Follikel-Epithelien werden).

Nun wächst das Follikel-Epithel und Bindegewebe zuerst zwischen die Nester, dann zwischen die einzelnen Zellen hinein und kapselt sich so schließlich im einzelnen ab, weshalb auch *schon auf sehr jungen Stadien* die Eier bereits sehr dicht nebeneinanderliegen. Diese so gestalteten Keimdrüsen, die (nach Lubosch) als echte Ovarien zu be-

zeichnen sind, betragen nahezu 50 Prozent der Gesamtheit, so daß also *das Verhältnis des weiblichen Geschlechtes zur Gesamtheit auch in diesen Jugendstadien dasselbe ist wie bei den älteren Tieren.* Zu erwähnen ist, daß das Wachstum der Eier mit dem der Tiere nicht gleichen Schritt hält, sondern daß manchmal Tiere im 1ten Jahr viel weiter fortgeschrittene Ovarien besitzen als solche, die knapp vor der Metamorphose stehen.

Die anderen, scheinbar gleichfalls Ovarialdrüsen darstellenden Keimdrüsen, die wohl der Müllerschen Darstellung von der Entwickelung der Ovarien im großen und ganzen die Grundlage gegeben haben, also etwa $^1/_4$ der Gesamtheit, zeigen jedoch andere Entwickelung und damit auch anderen endgültigen Aufbau. In ihnen erfolgt *eine diffuse Entstehung von wirklichen Eiern,* wobei sich gleichzeitig die Zell-Nester der indifferenten Anlage erhalten, die durch reichliche Vermehrung der in sie eingeschlossenen Zellen beträchtlich an Umfang zunehmen. Die Zell-Nester bestehen aus dichtgedrängten, von Follikel-Zellen umgebenen, reichliche Kernteilungen aufweisenden Geschlechts-Zellen vom Typus der Ur-Genitalzellen. *Bei jüngeren Tieren* ist die Verteilung der Eier in solchen Drüsen vollständig diffus; *bei älteren* treten sie proximal gehäufter auf, während gegen das kaudale Ende das indifferente Gewebe zunimmt.

Figur 520. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Längsschnitt durch die Ei-Zelle eines in der 1ten Septemberhälfte konservierten Metamorphose-Stadiums. Die Mikrophotographie ist in den Konturen überzeichnet.* (*1*) Pol-Plasma; (*2*) Kern; (*3*) Vakuolen in der Rinden-Zone des von Granula durchsetzten Protoplasmas. (Nach Weissenberg)



Figur 521. Figur 522. Figur 523.

Figur 521. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *ganz junge Anlage einer Geschlechts-Drüse bei Ammocoetes.* (*1*) Follikel-Epithel; (*2*) Ur-Geschlechtszellen; (*3*) Blut-Gefäße; (*4*) Peritoneal-Epithel. (Nach Lubosch)

Figur 522. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Keim-Drüse eines Ammocoetes mit Ei-Zellen und indifferenten Zell-Nestern.* (*1*) Ei-Zelle; (*2*) indifferente Zell-Nester (Hoden-Gewebe). (Nach Lubosch)

Figur 523. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Schnitt durch den Hoden eines jungen Tieres kurz nach der Metamorphose.* (*1*) Spermatogonien; (*2*) Ei-Zelle; (*3*) Peritonealepithel. (Nach Lubosch)

Neben Eiern und indifferenten Follikeln findet sich in einigen Keimdrüsen auch noch junges, aus mehr isolierten Zellen mit großem Nucleolus am Keimbläschen bestehendes Ovarialgewebe. Dieses deutet die Stellen späterer Ei-Bildung an.

Die restlichen von Lubosch untersuchten Tiere, *die weder echte Ovarien, noch Keimdrüsen des 2ten, »gemischten Typus« aufwiesen, zeigten gleichfalls indifferenten Charakter,* nämlich Zell-Nester voll rundlicher Geschlechts-Zellen mit ruhenden Kernen ohne besonders großen Nucleolus oder mit Mitosen. Die Follikel-Zellen drangen in diese Zell-Nester nicht ein. Dieses Verhältnis schließt sich sehr deutlich an die *des jungen Hodens nach der Metamorphose* an, der aus rundlichen oder polygonalen, voneinander durch Bindegewebe abgegrenzten Nestern und aus einzelnen, weiter differenzierten Follikel-Zellen besteht und nach außen von ziemlich hohem Peritoneal-Epithel ausgekleidet ist. An einzelnen Stellen sind auch noch Follikel-Epithelien deutlich vorhanden. Die Spermatogonien *dieses* sowie *die der älteren Hoden* besitzen keinen anderen Charakter als die bereits beschriebenen indifferenten Geschlechts-Zellen.

Daraus ist (nach Lubosch) zu schließen, daß die erwähnten Keimdrüsen des gemischten Typus, die als scheinbare Ovarien bezeichnet wurden, tatsächlich Keimdrüsen sind, die neben jungem Ovarialgewebe auch junges Hodengewebe in Form größerer indifferenter Zell-Nester enthalten. Sie sind also *Zwitterdrüsen, die größtenteils als männliche Anlagen mit einer gleichsam atavistischen Anlage von Eiern anzusehen sind.* Die Eier dürften *während oder nach der Metamorphose* der Zurückbildung anheimfallen, wofür auch der Umstand spricht, daß (von Lubosch sowohl wie von Beard) in deutlichen Hoden ein einzelnes Ei gefunden worden ist. Durch fortgesetzte Teilung gehen die Spermatogonien unmittelbar aus den Urgeschlechts-Zellen, die Hodennester aus den Primitivnestern hervor.

Die Spermatogenese setzt bei *den Petromyzoniden* viel später als die *schon sehr früh im Larven-Stadium* beginnende Differenzierung der weiblichen Keimdrüsen ein, und zwar erst nach der Metamorphose. *Noch 2 Monate vor der Laichzeit* finden sich keine Spermien in den Hoden vor.

Lubosch bezeichnet *die Differenzierung des 1ten Larvenjahres* als die 1te, provisorische, während die definitive erst *während oder nach der Metamorphose* stattfindet.

In gewisser Beziehung erinnern die hier beschriebenen Verhältnisse an den protandrischen Hermaphroditismus von *Myxine* Artedi und sind unter der Annahme, daß *Ammocoetes* eine ontogenetische Rekapitulation früherer Zustände *der Petromyzoniden* darstellt, nicht anders denn als Hinweis auf alte Zwitterzustände der Vorfahren der Petromyzonten zu betrachten.

Physiologie, Bewegungen

Sowohl bei den Myxiniden als auch bei den Petromyzoniden sind die Bewegungen gesunder Tiere kräftig schlängelnde, die, mit dem ganzen Körper ausgeführt, denen von Schlangen entsprechen. Es sind vor allem Vorwärtsbewegungen, doch sind bei *gefangenen Myxiniden* auch Rückwärtsbewegungen beobachtet worden. *Die Bewegungen der Petromyzoniden-Larven,* also *des Ammocoetes,* sind gleicher Art; infolge des Mangels irgendwelcher Extremitäten jedoch natürlich ausschließlich auf solche des ganzen Körpers beschränkt, die durch aufeinanderfolgende Kontraktionen sämtlicher Körpermuskeln ausgeführt werden. Es ist bei *Ammocoetes* nur ein einziger Reflex für diese Bewegungen vorhanden: der des ganzen Körpers. Bestimmte, mehr oder weniger in sich abgeschlossene Neuronen-Systeme, die gewisse Teilreflexe bedingen, sind nicht vorhanden (Tretjakoff), sondern alle Rückenmarkselemente sind auf irgendeine Weise in ein System verbunden. An jedem Punkt des Körpers löst eine Berührung eine Bewegung des ganzen Körpers aus, auch noch stundenlang nach der Abtrennung des Kopfes.

Tastsinn der Myxiniden

Von den beiden Nasaltentakeln *der Myxiniden* dient der 1te für die Vorfühlung, der 2te für die seitliche Berührung, der größte Kopftentakel zu seiten des Mundes, der vorwärts rotiert werden kann, für ventrale Berührung.

Atmung von Myxine

Der Atemstrom bei *Myxine* Linnaeus ist leicht durch Eosinkörnchen nachzuweisen, die man vor ihre Nasenöffnung gibt. Nahezu unmittelbar nachher dringt

schon gefärbtes Wasser aus den Kiemenöffnungen. Der Atemstrom ist beständig und gleichmäßig, nur gelegentlich folgt eine scharfe Entladung aus den Kiemen.

Freßakt der Myxiniden

Die Myxiniden schieben beim Fressen die Kiefer von beiden Seiten vor, wodurch die 2 Reihen der gelblichen, kammähnlichen Zähne sichtbar werden. Diese Bewegung ist nach dem alten Vergleich von Gunnerus so »als wenn man einen Spiegel oder einen Schrank mit zwo Halbtüren öffnet, also daß jede Türe auf ihre Seite fällt«.

Die Bewegung ist nach Wilhelm Müllers Beobachtungen sehr kräftig und von einem eigentümlichen Geräusch begleitet.

Nahrungsaufnahme der Ammocoetes-Larven

Nach Dohrn und Kiekebusch wird die Nahrung von *jungen Ammocoetes-Larven* in breitem Strudel mit Hilfe der beiden Schlundsegel in die Mundhöhlung eingewirbelt. Ein Teil wird, nachdem sie in die Kiemenhöhle gelangt ist, durch die Kiemenlöcher wieder ausgestoßen, der Hauptteil aber ordnet sich dort zu einem oder mehreren längsverlaufenden, dünnen, sich mehr und mehr verstärkenden Strängen an, die dann langsam gegen den vorderen Darmeingang hingetrieben werden, wo sie in einen noch dickeren Strang zusammengebacken und so in den breiteren »Magen« geschoben werden. Der Umstand, daß der Nahrungsstrang beim Eintritt in die breitere Partie des Darmes nicht auseinanderfällt, sondern beisammen bleibt, läßt erkennen, daß er durch Schleim zusammengehalten wird, dessen Bewegung mit Hilfe des Flimmer-Systems der Kiemenhöhle erfolgt.

Physiologie der Petromyzoniden

Die Augenbewegungen *der Petromyzoniden* sind verschieden von denen *der Fische, auch der Gnathostomen* überhaupt. Die Hornhaut kann nicht mit dem Augapfel bewegt werden, da sie hauptsächlich mit der umgebenden Lederhaut in Verbindung ist, während sich die Sklera nur mit der unansehnlichen innersten Hornhautschicht verbindet, die von der Hornhaut-Lederhautgrenze durch ein lockeres Kissen, das kamerale Kissen, getrennt wird. Die Wölbung der Hornhaut kann also unabhängig von den Bewegungen des Augapfels durchgeführt werden. Die Augenmuskulatur ist zusammen mit der Sklera, sowie mit der innersten Schicht der Hornhaut, der Descemetschen Membran, beweglich. Der distale Pol im Hornhautzentrum bildet den ruhenden, unbeweglichen Punkt, um den sich die Bewegungen der Augenachse vollziehen, der proximale Pol des Augapfels beschreibt bei diesen Bewegungen einen großen Bogen.

Sehvermögen der Myxiniden

Der Inger kann (nach Cole) hell und dunkel gut unterscheiden. Tiere, die in einen an einer Seite dunkel gehaltenen Behälter gesetzt werden, schwimmen gegen diesen dunklen Teil und wiederholen, zum Licht zurückgebracht, unweigerlich diese Wanderung.

Nach früheren Beobachtungen Worthingtons irritiert eine Lichtveränderung die Augen von *Bdellostoma* Johannes Müller jedoch überhaupt nicht. Versuche, die von ihr derart gemacht wurden, daß der lichtgebende Körper allmählich bis in die Nähe der Haut des Tieres (unter die Wasseroberfläche) gebracht wurde, ergaben keinerlei Reaktion auf diese Lichteinwirkung.

Auch eine Reaktion auf irgendwelche Geräusche war nicht zu finden.

Dagegen ließen sich deutlich Reaktionen des Tastsinnes erkennen, die freilich bei *verschiedenen Tieren* sehr verschieden waren. Jedenfalls ist aber festzustellen, daß die Tentakel, insbesondere eines schwimmenden Tieres, stets in sehr lebhafter Tätigkeit sind und daß sie auf Berührung sehr stark reagieren, wobei scheinbar kein Unterschied zwischen Spitze und Basis des Tentakels besteht.

Der Tast- und Geruchs-Sinn ist offenbar der stärkst entwickelte Sinn bei *den Myxiniden.* Wenn die Steine, unter denen die von Worthington beobachteten Tiere sich im Aquarium aufhielten, auf eine andere Stelle des großen Behälters gebracht worden waren, gingen die Tiere sofort auf Suche und es genügte dann oft die Berührung eines der Steine mit einem der suchend vorgestreckten Tentakel, daß *der Inger* dann sofort in die Lücken zwischen sie hineinkroch. Manchmal reichte sogar die Annäherung an die Steine hin, um ein deutliches Losgehen gegen sie zu veranlassen: also (nach Worthingtons Meinung) wohl die Wirkung des Geruchssinns. Es ist aber doch wohl nicht vollständig auszuschließen, ob sich nicht gerade hierin auch eine Wirkung des Sehvermögens äußert. Auch Richtungsvermögen besitzen die Tiere bis zu einem gewissen Grade.

Ihre Verteidigung gegen Angriffe besteht vor allem in energischen Versuchen, sich loszuwinden; sehr selten beißen sie, obwohl ihre Zähne eine ansehnliche Waffe darstellen.

Die Tiere haben eine außerordentliche Kraft der Reflexbewegungen. *Ein enthaupteter Inger* kann sich (nach Worthington) noch ebenso kräftig winden wie vorher und selbst nach einigen Stunden vermag er noch auf irgendeine Berührung durch Bewegungen Antwort zu geben. Worthington berichtet von einem Tier, das kurz vor Mittag enthauptet worden war und dem um 5 Uhr nachmittags der Körper unter heftigen Bewegungen desselben aufgeschnitten wurde; als dann das so behandelte Tier 10 Minuten später ins Meer zurückgeworfen wurde, schwamm es, sowie es das Wasser berührte, davon. Diese Reflexfähigkeit ist im Schwanzgebiet ebenso stark wie im Vorderteil des Körpers. Im Gegensatz zum Rückenmark ist das Leben der Gehirn-Zellen, insbesondere im vorderen Hirnteil, kurz.

Biologie der Myxiniden

Schon seit den Zeiten Linnés ist *der Inger* als außerordentlich räuberisches Tier bekannt, das »in die Fische eindringt und sie verschlingt und das Wasser in Schleim verwandelt«. Durch verschiedene Beobachter, auch aus alten Zeiten, ist es bestätigt, daß Fische, die, an der Leine gefangen, längere Zeit noch im Wasser hängen, oft, wenn sie heraufgezogen werden, bis auf die Haut und Knochen vollständig von ihnen ausgefressen sind.

Nach den Aussagen der Fischer dringen *die Inger* in die toten Fische bei den Kiemen und nicht beim Munde ein und fressen sie so vollständig aus, daß tatsächlich nichts von ihnen übrigbleibt als »ein Sack von Haut und Knochen«. Nach dem Bericht eines Beobachters wurden nicht weniger als *123 Exemplare von Myxine* Linnaeus aus einem einzigen Kabeljau herausgeholt, ein Beweis auch für die außerordentliche Häufigkeit dieser Tiere an den Plätzen, an denen sie leben; wohl aber ebenso auch für die Sicherheit und Schnelligkeit, mit der sie ihre Beute überfallen. Denn da sie (nach allgemeinen Beobachtungen) auf Tiere, die schon längere Zeit tot sind, nicht so häufig und eifrig losgehen, sondern hauptsächlich auf frisch gestorbene, so zeugt eine solche Masseninvasion wohl für die rasche, sichere und starke Reaktion auf äußere Einflüsse durch den Geruchssinn, der wohl vor allem bei der geringen Entwickelung der Augen zur Aufsuchung der Beute in Frage kommt.

Seit dem Hochkommen der Trawlfischerei haben *die Inger*, die an den Küsten von England und Schottland durch ihre ungeheure Menge eine ernste Gefährdung der Leinenfischerei bedeuteten, nach der Beobachtung der Fischer ganz beträchtlich abgenommen; gewiß auch ein Beweis, daß sie sich an Beute, die in Bewegung befindlich ist (wie die Fische im Grundschleppnetz) nicht heranwagen. Bemerkenswert ist wohl auch, daß sie an Leinen, die mit Nacktschnecken oder mit Salzheringen beködert sind, leicht gefangen werden können, wobei der Haken oft außerordentlich tief verschluckt wird. Cole fand Haken mehrmals im Gebiet des Afters.

Nach seinen Beobachtungen beim Fang mit Hilfe von Köhlern (Gadus virens Linnaeus), die er an einer Langleine in 25 Faden tiefes Wasser hinabgelassen hatte, ergaben sich noch folgende weitere Beobachtungen: *Die Inger* nehmen niemals lebende Tiere an, sind also nicht als Parasiten zu bezeichnen. Daß sie haupt-

sächlich bei den Kiemen eindringen, sieht man an den Schleimspuren, die sie hinterlassen. In die Körperhöhle dringen sie gewöhnlich dorsolateral ein, fressen zuerst die Leber aus, dann Darm und Herz und schließlich das Fleisch zwischen Haut und Rückgrat, und zwar von hinten nach vorn zu. Die Spinalnerven rühren sie nicht an, da sie ihnen offenbar zu hart zum Abraspeln sind. Ein großer Fisch wird in 2 Stunden vollständig ausgefressen. Bei noch nicht völlig toten Tieren dringen sie nur bis zu den Kiemendeckeln vor und füllen die Kiemen vollständig mit Schleim. Dann warten sie, bis die Bewegung der Kiemendeckel aufhört.

Figur 524. Cyclostoma. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *unter Steinen zusammengerollt in der Ruhelage.* (Nach Worthington)

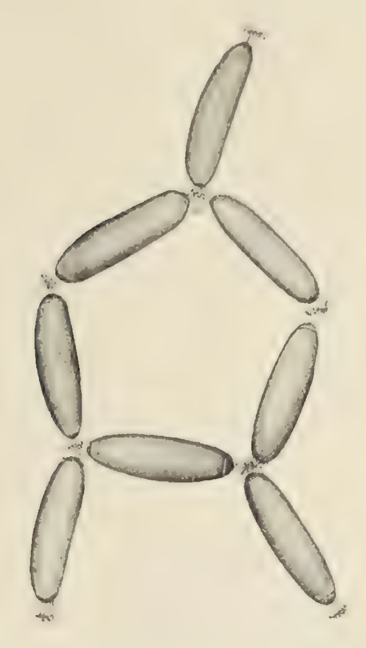
Sie schwimmen, wie bereits erwähnt, leicht und frei mit aalartig schlängelnden, seitlichen Bewegungen. Daß sie auch rückwärts schwimmen können ist daraus zu ersehen, daß sie aus Reusen auch gewöhnlich mit dem Schwanz voraus entweichen. Ihre schleimabsondernde Fähigkeit ist so groß, daß ein Tier innerhalb weniger Sekunden einen ziemlich großen Kübel voll Wasser »zu Schleim verwandeln« kann, und diesen Vorgang nach einer ganz kurzen Zwischenzeit zu wiederholen vermag.

Worthington hat *einige Hundert Bdellostoma* Johannes Müller durch mehrere Monate in einem Aquarium beobachtet. Das Ergebnis dieser Studien zeigt Folgendes. Die Tiere leben in der Freiheit auf steinig-felsigem, mit dünnem, glattem Sediment bezogenem Grund von etwa 100 Meter Tiefe ohne besondere Bewachsung. Im Aquarium zogen sie daher harten Boden dem Sand vor. Ihre normale Ruhestellung ist wohl die eingerollte. Es ist ein Zeichen von Krankheit, wenn sie sich zu strecken beginnen, im Verenden liegen sie ganz gerade. Sie sind sehr zäh, auch gegenüber ungewöhnlichen Lebensbedingungen; selbst auf dem Trocknen können sie stundenlang leben, wenn nicht die Temperatur zu hoch ist. Gegen Wärme, auch des Wassers, sind sie dagegen sehr empfindlich. (Figur 524.)

Nach Worthington kann man auch von einem Schlafen der Tiere sprechen. Sie liegen dann zusammengerollt ganz ruhig und reagieren auf Berührungen nur sehr wenig, während sie sonst sehr lebhafte Bewegungen als Antwort darauf auszuführen pflegen. Wenn sie berührt werden, stoßen die Tiere eine große Menge von Schleim aus, jedoch ohne Fäden aus den Faden-Zellen. Diese werden nur im Fall besonderer Erregung, also eines Angriffes, mit ausgestoßen. (Figur 525.)

Die Myxiniden schlingen das Futter rasch hinab. Sie fressen es derart, daß sie die beiden Zähne der zunächst flach an die Beute angepreßten Zahnplatte gegeneinander pressen, so daß ein Stück Fleisch abgerissen wird. Der Zahn-Apparat wird





Figur 525. CYCLOSTOMA. — *Bdellostoma stouti* Lockington: *ein Tier, um die Zugleine gewunden, in blutigen Schleim eingehüllt, in dem ein Strang von Eiern eingewickelt ist.* Daneben ein »*Netz*« *von 8 Eiern.* (Nach Dean)

---

in der Hauptsache vom »keulenförmigen Muskel« (Seite 185) bewegt. Sie können allem Anschein nach lange ohne Nahrung aushalten und fressen im allgemeinen nicht allzuviel. *Die Männchen* fressen auch besonders gern die Eier ihrer eigenen Art.

Nach Deans Untersuchungen an *japanischen Myxiniden* greifen *diese* (entgegen den Beobachtungen am *europäischen Inger*) auch lebende, selbst schwimmende Fische an und töten sie. Sogar elektrische Rochen, wie überhaupt Selachier, und auch Tintenfische werden von ihnen angegriffen.

Fortpflanzung der Myxiniden

Die Myxiniden haben, wie bereits ausgeführt (Seite 135), bloß ein Fortpflanzungs-Organ, das aus einer peritonealen Falte besteht, die vom Dach der rechten Hälfte der Körperhöhle herabhängt. Wenn die Eier oder Spermatozoen reif sind, füllt dieses Organ die ganze rechte Seite der Leibeshöhle aus, ist dagegen nach der Entleerung vollständig zurückgebildet bis auf eine kleine Matrix am kaudalen Ende. *In diesem Stadium* ist das Geschlecht bloß durch feine Untersuchungen der Gewebe erkennbar. Das Organ erscheint dann als eine kleine, gefaltete Krause, deren äußere Kante zahlreiche winzige Kügelchen enthält: *die unentwickelten Eier* oder *die Spermien.* Mit dem Fortschreiten des Reifungsfortganges wird diese Krause dicker, dehnt sich gegen den Kopf hin aus, die Kugeln werden zahlreicher und die wachsenden Eier erhalten ovoide Gestalt. Erst wenn sich die Krause etwa über $^1/_3$

der Entfernung gegen den Kopf hin ausgedehnt hat, wird das Geschlecht deutlich. Die Vorderkante wird dann dicker, das Organ wächst hierauf noch bis zur Hälfte der Entfernung bis zum Kopf aus und seine Kante ist schließlich etwa doppelt so dick als zu Beginn. Die Eier sind in diesem Zustand deutlich sichtbar und die Kugeln der Spermien größer als bevor. Nur 20 bis 30 Eier entwickeln sich während eines Zyklus vollständig, während die anderen zurückbleiben. Wie sich die Verhältnisse bei den Spermien vollziehen, ist nicht bekannt. Hermaphroditismus beobachtete Worthington niemals bei den von ihr untersuchten Tieren.

Auch *Bdellostoma* Johannes Müller legt während des ganzen Jahres Eier. Wahrscheinlich jedoch häufiger während des Frühlings. *Eier*, sowie *auch Embryonen verschiedener Stadien* können zu allen Jahreszeiten gefunden werden. Kein Individuum dürfte mehr als höchstens 1-mal im Jahre Eier legen. Nach Worthington ist es wahrscheinlich, daß *Bdellostoma* Johannes Müller nicht auf seinen gewöhnlichen Wohnplätzen laicht, sondern seichtere Stellen und einen weichen Boden dazu aufsucht. Die Entwickelung der Eier scheint sehr langsam vor sich zu gehen.

Die Eier werden samt den Ankerfilamenten durch eine dichte, weiße, durchscheinende Membran umhüllt (nach Dean durch 2, was Worthington bestreitet). Innerhalb dieser Membran findet sich eine gallertartige Flüssigkeit, die den ganzen Zwischenraum zwischen der eigentlichen Ei-Schale und der Membran ausfüllt. Die Eier dürften diese Umhüllung (nach Worthington) vor der Ablage verlieren (nach Deans Vermutung kurz nach ihr). Die Veränderung von *Bdellostoma-Eiern*, die im Aquarium gehalten wurden, *im Verlauf der ersten 5 Tage* zeigt Figur 467.

Ei-Ablage von Bdellostoma

Das reife Ei verläßt seine »Hängematte« durch einen Längsschlitz, der an ihrer Unterseite aufreißt. Durch den Geburtsvorgang verliert das Tier sehr viel Blut und wird außerordentlich geschwächt. Bei der Geburt sind die Eier-Schalen vollständig glatt und schlüpfrig, die Haken-Apparate sind noch weich, gallertartig und durchscheinend und kleben zu einem Bündel zusammen, das die einzelnen Haken noch nicht unterscheiden läßt. Erst nach einigen Stunden Liegens im Seewasser erhalten Schale und Haken ihre endgültige Härte. (Figur 525.)

Die Eier sind bis zu der Ablage unbefruchtet; sie werden bei oder nach ihr befruchtet. Zugleich mit der Begattung werden große Mengen Schleim ausgestoßen, aus denen der das ganze Gelege zusammenhaltende Schleimbeutel gebildet wird. In ihm hängen sich die Eier mit ihren Polhaken zu Ketten aneinander. (Figur 525.)

Bei *Bdellostoma* Johannes Müller kommt eine Art Brutpflege vor: *die Weibchen* verlassen die Schleimbeutel nicht, sondern bleiben darin, die Eier bleiben ihnen *während des Heranwachsens des Embryos* angeheftet. Während der Zeit dieser Brutpflege halten sich *die Weibchen* in großen Scharen beisammen.

Biologie der Petromyzoniden

Von der Biologie *der See-Lampreten* ist noch recht wenig Genaueres bekannt. Dagegen liegen über *das Fluß- und Bach-Neunauge* schon zahlreiche Beobachtungen vor. Nachdem *der größte Teil der Metamorphose zum erwachsenen Tier* vollzogen ist, was im Frühjahr der Fall ist, verläßt das Tier die Schlammröhre, in der es sich aufhält, zunächst nur auf kürzere Zeit; kehrt aber immer wieder in den Schlamm zurück. Erst wenn *das Stadium der Imago* erreicht ist und die Hornzähne durchgebrochen sind, beginnt das Tier sich anzusaugen.

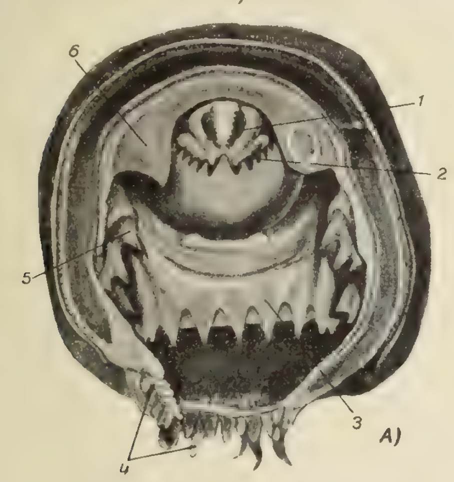
Die Metamorphose der Bachneunaugen erfolgt am Ende des 3ten Lebensjahres.

Die Lebensgeschichte *der erwachsenen Tiere* ist eine sehr verschiedenartige. Beim *Bachneunauge* (*Lampetra planeri* Bloch) fällt der Eintritt der Geschlechtsreife unmittelbar *hinter die Beendigung der Metamorphose*. Das Tier, dessen imaginaler Darm kein durchgängiges Lumen mehr in seinem vordersten Teil bekommt, nimmt auch keine Nahrung mehr zu sich, weshalb auch ein Wachstum in dieser Zeit nicht mehr stattfindet. Bald nach vollendetem Laichakt tritt der Tod ein. — *Das Flußneunauge* hingegen [*Lampetra fluviatilis* (Linnaeus)], dessen Querder (*Ammocoetes-Larve*), sowie *der der anderen Art* im Schlamm von Süßwassergerinnen lebt, wandert *mit Beendigung der Metamorphose*, also kurz vor Eintritt des Imaginalstadiums, nach den neuesten Beobachtungen flußabwärts und führt, nachdem der imaginale Vorderdarm wieder nach vorn durchgängig geworden ist, im salzigen Küstenwasser der Flußmündungen ein räuberisches Leben. Während dieser Zeit wachsen die Tiere allem Anscheine nach sehr rasch heran; dann beginnt, noch im Meere, ein neues Hunger-Stadium: die Nahrungsaufnahme wird allmählich ganz eingestellt, der Mitteldarm schrumpft immer mehr zusammen und beginnt zu atrophieren. Dafür verdickt sich die sich zusammenziehende Bauchwand sehr stark. Zugleich beginnen nun die Gonaden sich kräftig zu entwickeln und die Tiere treten die

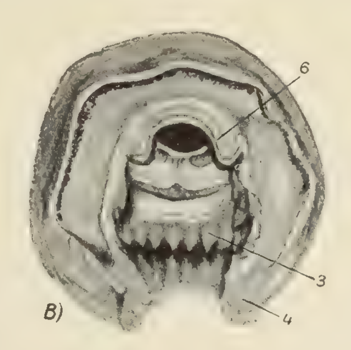
Laichwanderung in die Flüsse an (meist im Herbst). Im Frühjahr erfolgt die Laichablage. Der Darm ist dann so sehr geschrumpft, daß sein Querschnitt nicht einmal die Hälfte des Rückenmarksquerschnittes erreicht; hat indessen sein Lumen nicht vollständig eingebüßt.

Übrigens macht *auch das geschlechtsreif werdende Bachneunauge* eine, allerdings nur ganz eng begrenzte Laich-Wanderung, indem es gleichfalls bachaufwärts zu den Laich-Plätzen zieht. Diese liegen bei *diesen beiden Arten, sowie auch bei den amerikanischen*, wahrscheinlich aber *auch beim Meerneunauge*, in Stein- oder Kiesgrund. Die Tiere bauen eine Art Nester, indem sie mit dem Saugmund Steinchen im Flußbett zusammentragen. Es liegen Beobachtungen vor, daß dabei *Männchen und Weibchen zusammen arbeiten*, ja, daß größere Steine von beiden zusammen herbeigeschleppt werden. — Bezüglich *des Meer-Neunauges* (*Petromyzon marinus* Linnaeus) siehe auch unter Wanderungen, Seite 536.

Bei der Begattung heftet sich *das Weibchen* an einem Steine fest, *das Männchen* saugt sich an seinem Nacken an und umschlingt es mit dem Hinterleib.



Lampetra fluviatilis (Linnaeus)



Lampetra planeri (Bloch)

Figur 526. CYCLOSTOMA. — *Mundbewaffnung.* Die Spitze des Kopfes ist durch einen Querschnitt in der Höhe des Oberkiefer-Zahnes abgetrennt. (*1*) hintere Zungen-Zähne; (*2*) vordere Zungen-Zähne; (*3*) Unterkiefer-Zähne; (*4*) gefranste Rand-Lappen (Rauther); (*5*) Seiten-Zähne; (*6*) Oberkiefer-Zähne. (Nach Weissenberg)

Die Metamorphose des Bachneunauges dauert vom Juli bis etwa Februar, März, also 8 bis 9 Monate.

Das Bachneunauge geht nach der Laich-Zeit, die etwa 10 Monate nach vollendeter Metamorphose beendet ist, zugrunde. — Ob auch *die Flußneunaugen* nach der 1ten Laich-Zeit ihr Lebens-Ende erreicht haben oder noch über diese hinaus leben, ist noch nicht festgestellt. Diese Periode nach der Laich-Zeit könnte jedoch nur als »*Greisenalter*« bezeichnet werden, da die Geschlechts-Organe nach der 1ten Laich-Zeit völlig funktionslos werden.

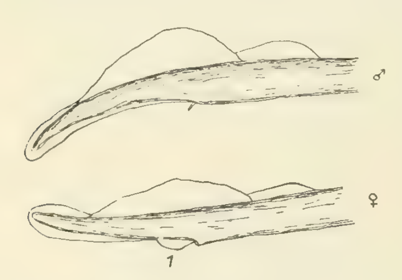
Von den beiden Süßwasserformen, *dem Bach- und dem Fluß-Neunauge*, stellt die 2te die ursprünglichere, die 1te eine sekundär angepaßte Form dar, bei der die Abwanderung ins Meer und damit die Reife-Zeit des Imaginaltieres weggefallen ist, wodurch die Entwickelung der Geschlechts-Reife in die Zeit der Metamorphose vorverlegt wurde. Ähnliche Entwickelungs-Verhältnisse wie bei *den beiden europäischen Lampetra-Arten* scheinen sich auch bei *den amerikanischen Formen* zu finden.

Über die Verhältnisse der beiden als eigene Arten beschriebenen *europäischen Lampetra-Formen* zueinander wurden in der letzten Zeit verschiedene Auffassungen ausgesprochen. *Das Bachneunauge* wurde bald als Jugend-Stadium *des Flußneunauges*, bald als Kümmer-Form aufgefaßt. Nach den Untersuchungen Weissenbergs stellt es *eine sexuell frühreife Varietät des Flußneunauges* dar, »deren *unmittelbar nach der Metamorphose* eintretende Laich-Zeit dem Leben frühzeitig ein Ende setzt und damit alle Einrichtungen, die beim *Flußneunauge* auf ein längeres, mit weiterem Wachstum verbundenes Imaginalleben hinzielen, überflüssig macht«. [Siehe zum Beispiel Unterschiede der Bezahnung (Figur 526).]

Die *retortenförmigen Lampetra-Larven* sprengen mit *etwa 3 bis 4 Millimeter Länge* die Ei-Hüllen. Sie werden rasch gegen Licht empfindlich, suchen dunkle Stellen auf und graben sich, wenn sie etwa die doppelte Größe erreicht haben, in Sand oder Schlamm ein, den sie, durch Licht aufgescheucht, nach kurzem, unruhigem Umherschwimmen immer wieder aufsuchen.

Fortpflanzung, Geschlechtsunterschiede der Petromyzoniden

Bei den Petromyzoniden finden sich (nach Loman) verschiedene Geschlechtsunterschiede. Der auffälligste ist (bei *Lampetra planeri* Bloch) der, daß *das Männchen* eine spitz-konisch verlängerte Genitalpapille besitzt, während *das Weibchen* an deren Stelle einen viel kürzeren weiteren »Auswuchs« aufweist; ferner fehlt *dem Männchen* die rundliche Analflosse, die *das Weibchen* besitzt (Figur 527). Dagegen ist die Rückenflosse *des Männchens* höher als die *des Weibchens.* Während der Paarungs-Zeit findet sich bei *den Männchen* ein verdickter Rückensaum vor der Rückenflosse.



Figur 527. Cyclostoma. — *Lampetra planeri* (Bloch): *Hinterende,* oben *das Männchen,* unten *das Weibchen.* (*1*) die Analflosse, die dem Männchen fehlt. (Nach Loman)

Die Begattung der Petromyzoniden erfolgt (nach A. Müller) derart, daß *das Weibchen* sich an einem großen Steine an der Seite oder der oberen Kante des »Nestes« verankert, derart, daß der Körper sich in das Nest ausstrecken kann und daß daraufhin *das Männchen* sich an dem Kopf *des Weibchens* oder an einem benachbarten Stein festsaugt. Dann windet es sich halb um *das Weibchen* herum, wobei beide ihre Schwänze abwärts biegen und den Sand mit heftigen Bewegungen emporwirbeln. Gleichzeitig werden Eier und Milch in dickem Strahl ausgestoßen und mit Wasser und Sand gemischt. Nach eingehenden Beobachtungen am *Bachneunauge* bestreitet Loman einen »bewußten Nestbau«, der, wie bereits erwähnt, von sehr vielen Autoren beschrieben wird, demnach auch ein Zusammentragen von Steinchen. Die Tiere heften sich nach seiner Schilderung in *der eben erwähnten Art* aneinander fest, wobei *die Männchen* ihre Unterseite gegen den Bauch *der Weibchen* schlagen. Die Kopulation dauert nur einzelne Sekunden. Nach diesen Beobachtungen findet innere Befruchtung statt, die übrigens auch bei *Petromyzon marinus* Linnaeus mehrfach beobachtet worden ist.

Die Eier werden von einer klebrigen Schicht umhüllt, die ihr Festhaften an irgendeinem Gegenstand gestattet, mit dem sie in Berührung kommen. Daher bleiben auch die Sand-Partikelchen aus dem aufgewirbelten Wasser auf ihnen haften und ermöglichen es, daß sie, obwohl leichter als Wasser, dennoch infolge dieser Beschwerung zu Boden sinken, bevor sie die Strömung flußabwärts vom Nest tragen kann. Sie werden auch teilweise von Sand bedeckt. *Die befruchteten Weibchen* verkriechen sich unter Steine auf der Seite der schwächsten Strömung. Nach dem Laichen sterben sie bald ab. Auch *die Männchen* verenden kurz nach vollzogener Begattung. *Die Anzahl der Männchen* ist, wie man nach Beobachtungen von Pricken-Scharen schließen kann, die zur Laich-Zeit durch Loman erfolgte, nur wenig größer als die *der Weibchen* (keineswegs ist das Verhältnis 5 : 1, wie Dean und Summer mitteilen).

Die Larven leben (nach Loman) auf Boden mit hinreichendem Schlamm, auf reinem Sand jedoch niemals. Sie durchlaufen 4 Entwickelungs-Jahre vor der Metamorphose, in der die Nahrungs-Aufnahme aufhört und die bei *den Larven* stark ausgebildeten Ernährungs-Organe (wie schon früher beschrieben) verkümmern.

Ernährung der Petromyzoniden

Nach Dumèril nährt sich *die junge Flußpricke* mit besonderer Vorliebe von Maifischen, an deren Bauch sie sich anheftet und aus denen sie das Blut aussaugt.

Nach Dawsons Beobachtungen nähren sich *die Lampreten* dagegen nicht bloß von Blut, sondern auch von festeren Geweben (Muskeln und so weiter).

Die See-Lampreten heften sich (wie verschiedene Beobachtungen einer Anzahl von Autoren bestätigen) oft in sehr großer Anzahl an Fische an, zum Beispiel auch an den Riesenhai (Cetorhinus maximus Gunner). Sie können in dieser Stellung auch Nahrung einnehmen (siehe Wanderungen, Seite 536).

Parasiten der Petromyzoniden

Die Petromyzoniden beherbergen vielfach parasitische Nematoden, die von Darmzysten aus Wanderungen durch die Leibeshöhle und zwischen den ihnen

zur Nahrung dienenden Geschlechts-Produkten unternehmen und auch den Darm vielfach perforieren.

Variabilität

Bei verschiedenen Petromyzoniden-Arten findet sich eine außerordentlich große Variabilität in bezug auf verschiedene Merkmale, und zwar nicht bloß an verschiedenen Örtlichkeiten (lokale oder geographische Variabilität), sondern auch individuelle Variationen an einem und demselben Ort. Insbesondere die erstgenannte Variabilität erschwert eine scharfe Erfassung und Abgrenzung der einzelnen Formen und hat vielfach zu recht verschiedener Auffassungsweise des Verhältnisses nächststehender Formen zueinander gegeben, wie zum Beispiel bezüglich von *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus) *und planeri* Bloch, die von den einen *als getrennte Arten*, von anderen *nur als Rassen oder Unterarten*, wieder von anderen überhaupt *als eine einzige Art angesehen werden.*

Besonders erwähnenswert ist auch die Tatsache des verschiedenen Wuchses bei ein und derselben Art, die sowohl beim *europäischen wie beim japanischen Flußneunauge* festgestellt werden konnte. Es gibt *Zwergformen* unter ihnen, andererseits aber auch solche, die *einen Riesenwuchs* aufweisen.

Bei *den Myxiniden*, die ihren Standort offenbar sehr wenig verändern, sind von verschiedenen Autoren sehr bemerkenswerte Verschiedenheiten selbst *bei Tieren, die an nicht weit voneinanderliegenden Fundorten gefangen wurden*, festgestellt worden und auf Grund dieser Beobachtungen wurde zum Beispiel über die europäischen *Myxine glutinosa* Linnaeus die Ansicht ausgesprochen, daß sie wahrscheinlich in *zahlreiche eng lokalisierte Formen oder Rassen aufgesplittert* seien, die freilich nur durch sehr umfassende vergleichende Untersuchungen mit Sicherheit unterschieden werden könnten.

Während bei *den Petromyzoniden* insbesondere die Zähne in Form und Anordnung das Hauptmerkmal für die Art-Unterscheidung darstellen, liefern bei *den Myxiniden* die Eier gute Unterscheidungsmerkmale; außerdem wird hauptsächlich die Anzahl der äußeren Kiemenöffnungen zur Unterscheidung herangezogen, die freilich verhältnismäßig *stärkerer Variabilität auch innerhalb der einzelnen Arten* unterliegt.

Ökologie

Die Myxiniden sind grundbewohnende Meerestiere der gemäßigten und kalten Meere beider Hemisphären. Sie sind Bewohner der Küstengebiete oder küstennaher tiefer Gründe an Stellen, wo das Wasser durch leichte Strömung bewegt wird. Diese Strömung dürfte wohl auch eine Rolle spielen beim Erwittern der Beute, das ja vorzugsweise jedenfalls durch den stark ausgebildeten Geruchs-Sinn erfolgt. *Die einzelnen Arten* leben in sehr verschiedenen Tiefen; einige (*der europäische Inger*) finden sich bereits in einer Tiefe von etwa 35 bis 40 Metern (20 Faden), gehen aber auch bis gegen 350 Meter Tiefe hinab, während *japanische Arten* in Tiefen bis über 700 Meter gefunden worden sind.

Die Myxiniden leben ausnahmslos auf Schlick, weichem Ton oder Lehmgrund; offenbar meist zu großen Scharen vergesellschaftet, die den Ausdruck von »Nestern« solcher Tiere gerechtfertigt erscheinen lassen. Gewöhnlich sind sie (wie verschiedene Beobachtungen ergeben haben) in diesem weichen Grund selbst bis auf die herausragende Schnauzenspitze eingegraben und kommen nur hervor, wenn sie ihre Beute angehen, was besonders des Nachts geschieht.

Der eigentliche Lebensbezirk *der Myxiniden* ist demnach Schlammboden, und es sind Beobachtungen gemacht worden, daß sie sich auch auf »künstlichem« Schlammboden (wie Cole sagt), also auf Schlammhaufen ansiedeln, die zum Beispiel von den Fischern wieder aus den Netzen auf harten Meeresboden zurückgeworfen werden, wobei sie auch mehrere Meilen küstenwärts wandern, wie eine Beobachtung zeigt.

Auf Schlammgrund müssen sie manchmal in »ebensolchen Mengen wie Regenwürmer zu finden sein« (Cole).

Wie sehr *Myxine* Linnaeus an verschiedene Wassertiefe angepaßt ist, ist daraus ersichtlich, daß (nach Angaben von Lyngnes) im Sogne-Fjord Exemplare in einer Tiefe von 1100 Metern, an anderen Stellen wieder in Tiefen von nur 20 Metern gefunden worden sind.

Von den Petromyzoniden ist eine Anzahl von Arten Bewohner des Süßwassers der gemäßigten und kalten Zonen, in denen *einzelne Arten* auch ganz kleine Flußläufe und Bäche als Aufenthalt haben. *Das Flußneunauge* schaltet in der Zeit von der Beendigung der Metamorphose bis zur Geschlechtsreife einen Freßaufenthalt in brackigem und in Küstenwasser ein. Auch *marine Formen* finden sich, für die das die Küstengebiete der Alten und Neuen Welt bewohnende Meerneunauge (*Petromyzon marinus* Linnaeus) der bekannteste Vertreter ist. *Eine*

Varietät dieser Art hat sich an das Leben in den großen nordamerikanischen Süßwasserseen angepaßt. In den letzten Jahrzehnten wurde auch eine fern von der Küste lebende hochseebewohnende *Art der Petromyzoniden* bekannt, die gleichfalls *vielleicht nur eine Anpassungsform von Petromyzon marinus* Linnaeus darstellt. Sie ist bisher freilich nur in 1 Exemplar im Atlantischen Ozean aufgefunden worden. Sowohl *die Petromyzoniden des süßen Wassers wie die des Meeres* leben hauptsächlich über steinigem, kiesigem oder sandigem Grund.

Wanderungen

Zum Laichen gehen *die Meerneunaugen* entweder an die Flußmündungen oder sie laichen auf sandigen Strandstellen der Küste.

Von den Petromyzoniden ist *das Bachneunauge* als ein Standfisch zu bezeichnen, der nahezu keine Wanderungen unternimmt. Vom *Meerneunauge* ist schon seit langem bekannt, daß es auch ziemlich weit in die Flüsse hinaufzieht, um dort zu laichen (im Rhein bis Basel, in der Elbe bis nach Böhmen), während *das Flußneunauge* ein echter Wanderfisch ist, der zu Beginn der Laichzeit, also im Frühling, weit flußauf zieht.

Die Jungen schwimmen nach Beobachtungen an *amerikanischen Meerneunaugen* flußabwärts, wenn das Wasser zu frieren beginnt. Welche Zeit zwischen dem Laichakt *der Eltern* und dieser Stromabwanderung verflossen ist, ist allerdings nicht bekannt. Es ist jedoch mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß sie mehr als 1 Jahr beträgt.

Über *die ersten Lebensstadien des Meerneunauges* sind jedenfalls so gut wie keine Beobachtungen an Tieren *der europäischen Wässer* vorhanden.

Nach Meek dürfte bei den Myxiniden eine periodische Wanderung stattfinden, derart, daß sie im Sommer sich mehr der Küste nähern, wo der Grund weich ist. An der Küste von Nord-Cumberland werden im Sommer *Myxiniden* auf einer $2^1/_2$ englische Meilen vom Ufer entfernten Bank gefangen, auf der sie im Winter niemals zu finden sind. In dieser Zeit finden sie sich dagegen in etwa 6 Meilen Küstenentfernung in tieferem Wasser. Er nimmt auch eine »katadrome« Wanderung (in tieferes Wasser) zur Ei-Ablage an, die darin besteht, daß die Tiere aus der Nordsee zu dieser Zeit in die tieferen Gebiete der Umgebungen der Shetlands-Inseln und der Färöer ziehen, während *die jungen* wieder, durch die Strömungen begünstigt, in die Nordsee zurückwandern.

Bei *Bdellostoma* Johannes Müller nimmt er eine anadrome Wanderung an. Auch *diese Art* nähert sich im Sommer der Küste und zieht im Winter in tieferes Wasser. Doch finden sich ihre Eier in dieser Küstenzone. Was *die Petromyzoniden* betrifft, so treten zu Beginn der Laichzeit im Frühling die See-Lampreten (*Petromyzon marinus* Linnaeus), die bis dahin pelagisch in der See gelebt haben, ihre Wanderungen zur Küste und in die Flüsse an, wobei sie sich oft an Fische und Boote anheften. Wenn sie an der Mündung der Flüsse ankommen, bewegen sie sich meist nur des Nachts vorwärts und bleiben tagsüber ruhig. Gewöhnlich kommen *die Männchen* zuerst zu den Laichplätzen, die in der Regel nicht sehr weit von den Mündungen gelegen sind, manchmal jedoch sehr weit flußauf liegen und beginnen mit dem Bau des Nestes, das eine durch Steine eingefaßte Mulde bildet. *Die hinzukommenden Weibchen* helfen ihnen dabei, und es sind Angaben vorhanden, die besagen, daß 2 Tiere einen Stein, der für eines zu groß war, zusammen wegschleppten (das entspricht also den Angaben vieler Autoren für *Fluß- und Bach-Neunauge*). Nach der Beendigung des Ablaichens dürften in der Mehrzahl der Fälle *die Eltern* absterben.

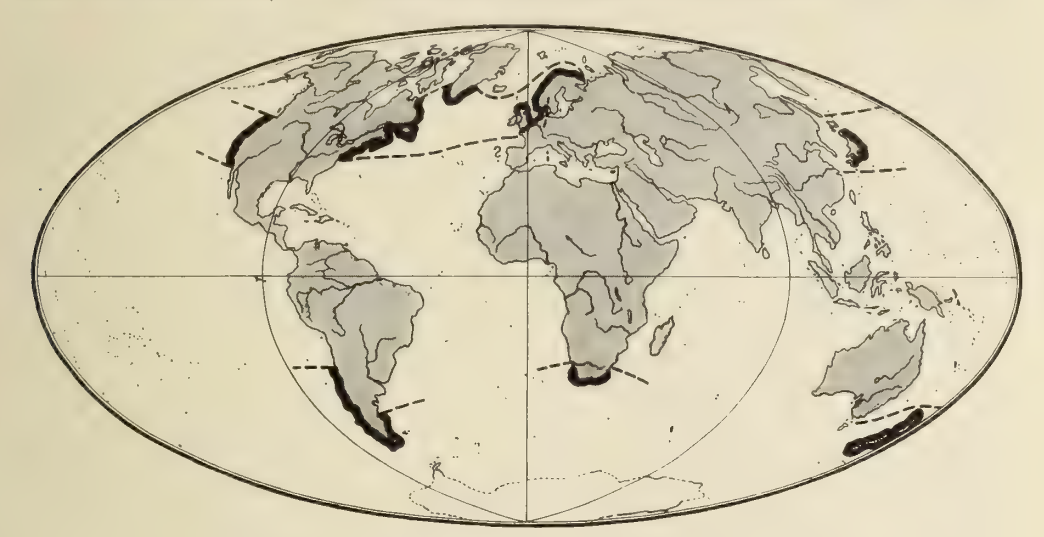
Auch von *den Süßwasser-Formen* werden oft Boote und Fische zur Unterstützung ihrer Wanderungen benützt. Von *Entosphenus tridentatus* (Richardson) ist bekannt, daß er bei seiner Aufwärtswanderung Kaskaden und kleine Wasserfälle zu überwinden vermag, indem er sich mit dem Mund an Steine oder irgendwelche anderen festen Gegenstände festheftet, dann emporspringt, um sich abermals festzuhalten und so in Absätzen die Höhe zu gewinnen.

Verbreitung

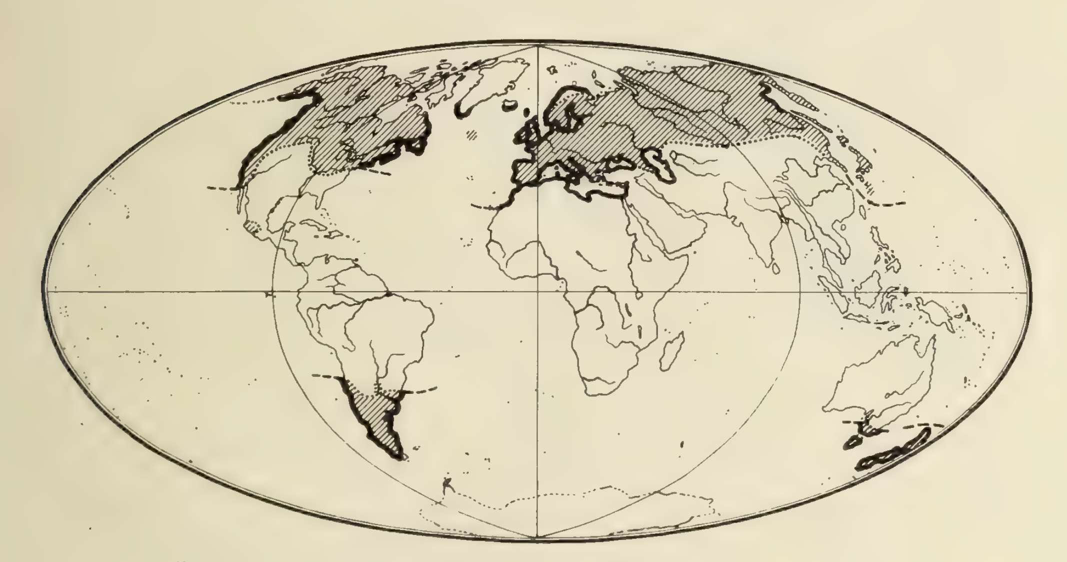
Die Verbreitung der Cyclostoma ergibt, wie unsere beiden Verbreitungskärtchen zeigen, bei beiden Gruppen im großen und ganzen trotz mancher Verschiedenheiten im einzelnen doch recht auffallende Übereinstimmungen, die wohl auch als Hinweis auf einen alten gemeinsamen Ursprung zu werten sind. *Beide Gruppen*, sowohl die *streng meerbewohnenden Myxiniden* wie die *teils marin anadromen, teils rein süßwasserbewohnenden Petromyzoniden* sind in 2 Gürteln, einem nördlichen und einem südlichen, um die Erde verbreitet, die durch das äquatoriale und subtropische Gebiet voneinander getrennt sind. Man kann also die gemäßigten Gewässer beider Hemisphären als ihr Hauptverbreitungsgebiet bezeichnen, über das sie stellenweise teils in die angrenzenden warmen Gewässer (zum Beispiel Mittelmeergebiet: *Petromyzoniden*),

teils in die benachbarten kühlen, ja kalten Gewässer (Südküste Grönlands, Islands: *Myxiniden*, *Petromyzoniden*), also bis in die subarktische Region vorgedrungen sind.

Im einzelnen sei folgendes als besonders bemerkenswert erwähnt. Das nördliche Hauptverbreitungsgebiet der Myxiniden bildet der gemäßigte Atlantische Ozean und dessen Rand- und Neben-Meere (Nordsee, Murmanküste des Nordmeeres). Der Ostsee fehlen sie, ebenso dem Mittelmeer. Dies ist um so



Figur 528. CYCLOSTOMA. — Verbreitung der Myxiniden.

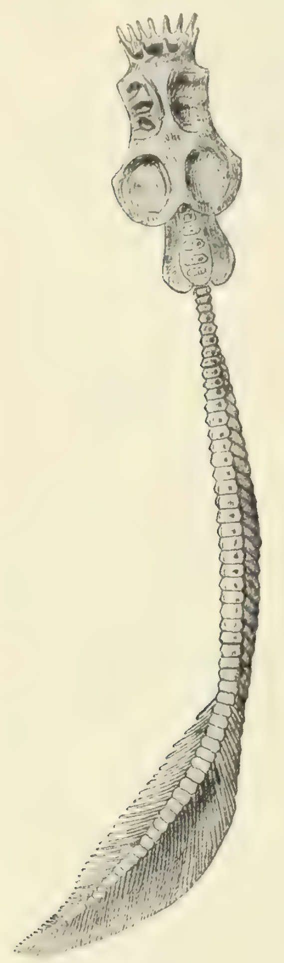


Figur 529. CYCLOSTOMA. — Verbreitung der Petromyzoniden.

auffälliger, als sie an den japanischen Küsten recht stark auftreten, die ja eine mit dem Mittelmeer sehr viele Gleichheiten aufweisende, nahe verwandte, wohl ursprünglich einheitliche Provinz darstellen. Während sie im Bereich der englischen Inseln noch sehr häufig sind, ist ihr Vorkommen an der Atlantischen Küste Spaniens fraglich. Bemerkenswert ist auch ihr Fehlen an den Küsten der Färöer und Islands im Gegensatz zu ihrem Vorkommen sowohl an der östlichen wie westlichen Küste Süd-Grönlands, die vielleicht darauf schließen läßt, daß die nach Norden erfolgte Ausbreitung *der Myxiniden-Gruppe* erst in der Zeit erfolgt ist, da die beiden erwähnten Inselgebiete bereits küstenfern, ozeanisch waren; die allerdings jedoch auch den Einfluß des Golfstromes als wirksam annehmen läßt.

Die Kenntnis des südlichen Verbreitungsgebietes *der Inger*, die an den Küsten Südamerikas, Südafrikas und Neuseelands (nicht des Festlandes Australien) festgestellt worden sind, ist bisher noch recht lückenhaft zu nennen, insbesondere bezüglich ihrer Begrenzung gegen die Antarktis zu.

Bei den Petromyzoniden ist ein Maximum der Entwickelung bezüglich der einzelnen verschiedenen Arten und Formen in den süßen Gewässern Mittel- und Ost-Europas sowie des westlichen gemäßigten Asien bis zum Kaspischen Meer hin festzustellen. Sie sind an den Küsten des westlichen Mittelmeers, auch seines afrikanischen Teils, ebenso wie in den japanischen Gewässern verbreitet, fehlen jedoch dem östlichen Teil des Mittelmeeres. Im allgemeinen ist wohl die Ansicht, daß wir es hier mit ursprünglichen Süßwasser-Formen zu tun haben, von denen sich einige an das Leben im Meer angepaßt haben, als die Nahrungsbedingungen in den Flüssen nicht mehr genügten (Periode nach der Eiszeit mit dem allmählichen Kleinerwerden der Flüsse), als die Ansicht anzusehen, die die vorhandenen Verhältnisse am ungezwungensten erklärt und die auch durch das Einwandern der meerbewohnenden Formen in die Flüsse zur Laichzeit besonders kräftig unterstützt wird. Eine gegensätzliche Anschauung vertritt Loman, der meint, daß die Süßwasser-Formen als deren extremste in dieser Beziehung er *Lampetra planeri* Bloch hinstellt, »Anpassungen« an die kleineren und beengteren Verhältnisse des Süßwassers sind.



Figur 530. ARTHRODIRA (?). — *Palaeospondylus gunni* Traquair. (Nach Traquair & Dean, aus Jordan)

Bemerkenswert ist das Vorkommen *des Meerneunauges* auf den Färöer und an der Südküste Islands (jedoch nicht an der Nordküste!), sowie an der Südküste West- und Ost-Grönlands, sowie sein Vorkommen im gesamten Küstengebiet Skandinaviens, auch in dessen höchsten Breiten bis zum Nordkap und an die Murmanküste, während die süßen Gewässer des nördlichen Norwegen keine *Flußneunaugen* beherbergen. Bemerkenswert ist weiter das Vorkommen von *Petromyzoniden* im Gebiete von Mexiko, also schon im tropischen Gürtel. Wie dieses Vorkommen aufzufassen ist: ob wir es mit einem isolierten Auftreten zu tun haben oder ob wir die südlichsten Verbreitungsgebiete von Nordamerika herab hier vor uns haben, zwischen denen und der bisher bekannten Südgrenze im Norden auch jetzt Vertreter der Gruppe leben, aber noch nicht entdeckt worden sind, ist bisher noch nicht entschieden. Auf der südlichen Halbkugel sind *die Petromyzoniden* nur im südlichen Teil Südamerikas, an der Südostküste Australiens, sowie an den Küsten Tasmaniens und Neuseelands vertreten, fehlen jedoch in Südafrika.

Paläontologie

Von eigentlichen Cyclostomen im Sinne der jetzt lebenden sind bisher noch keine fossilen Reste gefunden worden, die mit voller Sicherheit als solche hätten gedeutet werden können; wenn man nicht etwa den *Palaeomyzon hassiae* (Jaekel) Weigelt ausnehmen will.

Die den Cyclostomen zunächst stehenden fossilen Formen, die wir kennen und die zeitweise — wenigstens einige von ihnen — sogar unmittelbar den Cyclostomen zugerechnet wurden, stammen aus sehr alten Schichten. Es sei von ihnen der durch Jaekel aus dem Perm Böhmens beschriebene *Hypsospondylus* Jaekel erwähnt, weiter der aus dem Devon (Old Red-Sandstein) stammende *Palaeospondylus gunni* Traquair; über dessen Zugehörigkeit zu den Cyclostomen selbst wurde in den beiden letzten Jahrzehnten des 19ten Jahrhunderts ein heftiges Für und Wider ausgefochten, das gegenwärtig wohl endgültig dahin entschieden worden ist, daß wir es hier auf keinen Fall mit einem Zugehörigen der *die rezenten Cyclostomen* umfassenden Klasse zu tun haben, sondern mit einem Tier, das in mancher Beziehung *viel höher als diese spezialisiert ist.*

Aus dem Mansfelder Kupferschiefer wurde in allerletzter Zeit durch Weigelt eine schon von Jaekel benannte fossile Form als *Palaeomyzon hassiae* (Jaekel) Weigelt be-

schrieben, die von den beiden Autoren zu den Cyclostomen gerechnet wird (Figur 531). Er ist nackthäutig und besitzt keine paarigen Flossen, läßt kurze Lippenfortsätze erkennen, weiterhin eine unpaarige Nase. Die 2 dicht beieinanderliegenden Orbitae sind durch eine die Nasengrube tragende Spange getrennt. Die Augen-Region des Schädels ist am breitesten; gegen die Ohr-Region verschmälert er sich. 2 eine Lyraform bildende Leisten begrenzen eine ebene, von den Augen bis zum Hinterrand ziehende Oberfläche. Die Wirbelkörper sind in paarigen Hypophysen verkalkt, auch die oberen Bogen sind paarig. Es muß ein kräftiger Dorsalflossensaum vorhanden gewesen sein. Im Schwanzabschnitt, wo die Dorsalflossenträger kürzer werden, treten auch an den Hypozentren kleine Flossenträger auf. Es finden sich im ganzen etwa 40 Wirbel.

Die genannten Formen sind in **eine Gruppe Cyclia** vereinigt worden, der der Rang einer Klasse zugesprochen wird.

Insbesondere die umfangreiche Arbeit Stensioes über die fischartigen Wirbeltiere des Obersilur und Unterdevon von Spitzbergen hat viel zur Klärung von Fragen über Abstammung und Ahnenformen der Cyclostomen beigetragen: die hier in Betracht kommenden **Anaspida**, **Osteostraci** und **Heterostraci** haben in ihren Knochengebilden deutliche Verwandtschaft mit *den jetzt lebenden Cyclostomen* erkennen lassen. Es sind Verwandtschaftsverhältnisse, die zur Aufstellung einer ***den Gnathostomen*** gegenüberstehenden eigenen Gruppe (Superklasse) ***der Agnathi*** geführt haben, was natürlich der Ansicht, daß ***die Cyclostomen*** *degenerierte Gnathostomen* seien, scharf entgegentritt und sie widerlegt.

Figur 531. Cyclostoma. — *Palaeomyzon hassiae* (Jaekel) Weigelt. Natürliche Größe. (Nach Weigelt)

Gegenüber ***den Osteostraken*** dagegen zeigen ***die rezenten Cyclostomen*** nach dieser Anschauung Stensioes dadurch Degenerationserscheinungen, daß sie überhaupt keine Knochendecke besitzen. Sie sind nach seiner Ansicht aus primitiven, mit Knochenpanzern bedeckten Cyclostomen aus dem Grunde herzuleiten, weil in dem vom sogenannten Schleimknorpel (dem basophilen Gewebe nach Tretjakoff) gebildeten *Kopfschild des Ammocoetes* ein Homologon des *typischen knöchernen Kopfschildes der* zu dieser alten Gruppe gehörigen *Cephalaspiden* zu erblicken ist.

Nach Tretjakoffs Untersuchungen, die ergeben haben, daß der »Schleimknorpel« überhaupt nicht als knorpelige Substanz aufzufassen ist und auch mit der Bildung des endgültigen Knorpelskeletts nichts zu tun hat, ist es zum mindesten nicht notwendig, eine solche Abstammung der **rezenten Cyclostomen** von den **Formen mit knöchernem Skelett** anzunehmen. Nach seiner Ansicht »stehen **Osteostraken** und **Anaspiden** von der **gemeinsamen Urform** ebenso weit ab wie **die Cyclostomen**« und zeigen keine primitiveren Züge als diese, so daß ihre Auffassung als direkte Ahnenformen der Cyclostomen nicht gerechtfertigt erscheint.

Erste Subklasse der Cyclostoma: Hyperotreti

Klassifikation

Cyclostomen mit einer am Schnauzenvorderende gelegenen Nasenöffnung und einem mit der Mundhöhle offen in Verbindung stehenden Nasen-Gaumengang, mit einem von 6 Barteln umgebenen, halbunterständigen Mund und 5 bis 15 äußeren Kiemenöffnungen. Ein unpaariger medianer, um die Schwanzspitze herumgehender

und nicht unterbrochener Flossensaum ist vorhanden. Die Dornfortsätze (Flossenstrahlen) sind fast bloß auf die Kaudal-Region beschränkt. Das knorpelige Kiemenskelett ist nur ganz unbedeutend entwickelt. Die Augen sind stark zurückgebildet, nicht von außen sichtbar. Der After liegt nahe dem Hinterende. An den Körperseiten eine Reihe von segmental angeordneten Schleimsäcken. Der Darm besitzt keine Spiralfalte, die Vorniere ist persistierend, die Urnierenkanälchen sind segmental angeordnet, die Lymphräume des Körpers sehr stark entwickelt.

Einzige Ordnung der Hyperotreti: MYXINOIDEA

Einzige Familie: ***Myxinidae.*** Meeresbewohnende Tiere der Küstenzone und der küstennahen Tiefengewässer. — Gattungen: *Myxine* Linnaeus, *Paramyxine* Dean, *Bdellostoma* Johannes Müller (siehe Seite 128, Figur 118).

Zweite Subklasse der Cyclostoma: Hyperoartii

Nasenöffnung an der Oberseite des Kopfes. Der Canalis nasopalatinus endigt hinten blind. Augen bei *den erwachsenen Tieren* gut entwickelt. Die Lippen des kreisförmigen Saugmundes bezahnt. An jeder Seite 7 Kiemensäcke dicht hinter dem Kopf, die im Inneren mit einem nach vorn in den Pharynx sich öffnenden subösophagealen Kanal in Verbindung stehen. Das Extrabranchialskelett bildet eine Art Flechtwerk oder Korb. Die Augen besitzen eine Augenkapsel, die Eier sind klein und zahlreich. Der Mund wird von zahlreichen Zirren und Fransen umgeben. Eine Kaudale und 2, manchmal vereinigte Dorsalen. Die Segmentierung ist holoblastisch.

Einzige Ordnung der Hyperoartii: PETROMYZONOIDEA

Einzige Familie: ***Petromyzonidae.*** Die Petromyzonidae (Lampreten), die wahrscheinlich alle im Süßwasser laichen, machen eine Verwandlung durch. Die Larven werden als Ammocoetes bezeichnet und sind bei allen nördlichen Gattungen sehr ähnlich: zahnlos, mit kleiner, querer Unterlippe und hakenförmiger Oberlippe. Ein Kreis gefranster Barteln umgibt den Mund. Die Augen stehen unter der Haut, die kleinen Kiemenöffnungen liegen in einer Grube, die Kiementaschen kommunizieren direkt mit dem Ösophagus. Die Familien und Gattungen werden hauptsächlich durch die Anzahl und Form der Zähne unterschieden.

1. Unterfamilie: ***Petromyzoninae.*** Oberer Mundrand mit einer meist zahntragenden Hornplatte bekleidet. Mundtrichterrand mit gefransten Blättchen und äußeren Zirren besetzt. — Gattungen: *Lampetra* Gray, *Petromyzon* Linnaeus, *Ichthyomyzon* Girard, *Caspiomyzon* L. S. Berg, *Entosphenus* Gill, *Geotria* Gray, *Exomegas* Gill (siehe Seite 128, Figur 119; Seite 131, Figur 120).

2. Unterfamilie: ***Mordaciinae.*** Oberer Mundrand mit 2 getrennten Zahnplatten. Mundtrichterrand ohne gefranste Blättchen. — Gattung: *Mordacia* Gray.

Literatur über die Klasse Cyclostoma

Literatur

Morphologie, Anatomie, Histologie

M. H. Rathke (1825) Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke oder des Petromyzon fluviatilis Linn. *Danzig.*

Johannes Müller (1834 bis 1843) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, der Cyclostomen mit durchbohrtem Gaumen. I. Osteologie und Myologie. *Abh. Akad. Wiss. Berlin, p. 65 (1834).* — II. Über den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinoiden. *Ibid., p. 15 (1837).* — III. Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. *Ibid., p. 171 (1838).* — IV. Über das Gefäß-System. *Ibid., p. 175 (1839).* — V. Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. *Ibid., p. 109 (1843).*

P. Langerhans (1876) Untersuchungen über Petromyzon planeri. *Ber. Verh. Naturf. Ges. Freiburg, Bd. 6, Heft 3, p. 1.*

A. Dohrn (1882 bis 1906) Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. III. Die Entstehung und Bedeutung der Hypophysis bei Petromyzon planeri. *Mittheil. Zool. Stat. Neapel, Bd. 4, p. 172 (1883).* — V. Zur Entstehung und Differenzierung der Viszeralbogen bei Petromyzon planeri. *Ibid., Bd. 5, p. 152 (1884).* — VIII. Die Thyreoidea bei Petromyzon, Amphioxus und den Tunicaten. *Ibid., Bd. 6, p. 49 (1886).* — IX. Die Bedeutung der unpaaren Flosse für die Beurtheilung der genealogischen Stellung der Tunicaten und des Amphioxus und die Reste der Beckenflosse bei Petromyzon. *Ibid., Bd. 6, p. 399 (1886).* — X. Zur Phylogenese des Wirbeltierauges. *Ibid., Bd. 6, p. 432 (1886).* — XI, XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammocoetes und Tunicaten. *Ibid., Bd. 7, p. 128, 301 (1886, 1887).* — XIII. Über Nerven und Gefäße bei Ammocoetes und Petromyzon planeri. *Ibid., Bd. 8, p. 233 (1888).*

H. Ayers and C. M. Jackson (1900) Morphology of the Myxinoidei. 1. Skeleton and musculature. *Journ. Morph., Vol. 17, p. 185.*

J. Schaffer (1901 bis 1905) Über den feineren Bau und die Entwicklung des Knorpelgewebes und über verwandte Formen der Stützsubstanz. I. Über die Entwicklung und den Bau des Schwanzknorpels der Petromyzontidae. *Zeitschr. Wiss. Zool., Bd. 70, p. 109 (1901).* — II. Das Knorpelgewebe und das knorpelähnliche, blasige Stützgewebe von Myxine glutinosa, nebst Bemerkungen zur Morphologie des Schädelskeletes dieses Tieres und einem Nachtrage über das harte Knorpelgewebe der Petromyzonten. *Ibid., Bd. 80, p. 155 (1905).*

F. J. Cole (1905 bis 1913) A monograph on the general morphology of the myxinoid fishes, based on a study of Myxine. I. The anatomy of the skeleton. *Trans. Roy. Soc. Edinb., Vol. 41, p. 749 (1905).* — II. The anatomy of the muscles. *Ibid., Vol. 45, p. 683 (1907).* — III. Further observation on the skeleton. *Ibid., Vol. 46, p. 669 (1909).* — IV. On some peculiarities of the afferent and efferent arteries of Myxine. *Ibid., Vol. 48, p. 215 (1912).* — V. The anatomy of the gut and its appendages. *Ibid., Vol. 49, p. 293 (1913).*

R. Wiedersheim (1906) Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. *6. Aufl. Jena.*

M. Rauther (1924) Cyclostomi. *H. G. Bronn, Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild, Bd. 6, Abt. 1, p. 676. Leipzig und Heidelberg.*

B. Hatschek (1929) Über die Mesodermsegmente der zwei Kopfregionen bei Petromyzon fluviatilis. *Gegenbaurs morph. Jahrb. Leipzig, Bd. 61, p. 255.*

J. A. Scriban (1931) Bemerkungen über die Struktur des larvalen Kiemenepithels von Petromyzon planeri. *Bul. Soc. Sti. Cluj, Vol. 6, p. 162.*

Epidermis

J. E. Blomfield (1882) The thread-cells and epidermis of Myxine. *Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. 22, p. 355.*

L. Pogojeff (1889) Über die Haut des Neunauges. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 34, p. 106.*

M. G. Retzius (1905) Über den Bau der Haut von Myxine glutinosa. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Bd. 12, p. 65.*

H. v. Lengerken (1913) Die Kolbenzellen von Anguilla und Petromyzon. *Sitzber. Ges. Naturf. Freunde Berlin, p. 391.*

K. E. Schreiner (1916) Zur Kenntnis der Zellgranula. Untersuchungen über den feineren Bau der Haut von Myxine glutinosa. *Arch. Mikr. Anat. Bonn, Bd. 89 (2), p. 79* und *Bd. 92, Abt. 1, p. 1.*

Skelett

C. Gegenbaur (1869) Über Skeletgewebe der Cyclostomen. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 5, p. 43.*

A. Goette (1878) Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbeltiere. I. Die Cyclostomen. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 15, p. 316.*

W. K. Parker (1884) On the skeleton of the marsipobranch fishes. Part I. The myxinoids (Myxine and Bdellostoma). Part II. The lamprey. *Phil. Trans. Roy. Soc. London, Vol. 174, p. 373, 411.*

M. G. Retzius (1892) Das Caudalskelet der Myxine glutinosa. *Biol. Fören. Förh., Stockholm, Vol. 3, p. 79.*

J. Schaffer (1896) Über das knorpelige Skelet von Ammocoetes branchialis nebst Bemerkungen über das Knorpelgewebe im allgemeinen. *Zeitschr. Wiss. Zool., Bd. 61, p. 606.*

V. v. Ebner (1897) Die Chorda dorsalis der niederen Fische und die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes. *Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 62, p. 469.*

J. Schaffer (1897) Bemerkungen über die Histologie und Histogenese des Knorpels der Cyclostomen. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 50, p. 170.*

L. Neumayer (1898) Zur vergleichenden Anatomie des Kopfskelettes von Petromyzon planeri und Myxine glutinosa. *Sitzber. Ges. Morphol. Physiol., München, Bd. 74, p. 1.*

D. Tretjakoff (1926) Die Wirbelsäule des Neunauges. *Anat. Anz. Jena, Bd. 61, p. 387.*

D. Tretjakoff (1929) Die schleimknorpeligen Bestandteile im Kopfskelett vom Ammocoetes. *Zeitschr. wiss. Zool. Leipzig, Bd. 133, p. 470.*

Zähne

M. Jacoby (1894) Die Hornzähne der Cyclostomen nach Untersuchungen an Myxine glutinosa, Petromyzon fluviatilis und P. marinus. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 43, p. 117.*

H. Hansen (1919) Anatomie und Entwicklung der Zyklostomenzähne unter Berücksichtigung ihrer phylogenetischen Stellung. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 56, p. 85.*

Muskulatur

P. Fürbringer (1875) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 9, p. 1.*

F. Maurer (1894) Die Elemente der Rumpfmuskulatur bei Cyclostomen und höheren Wirbelthieren. *Morph. Jahrb., Bd. 21, p. 473.*

P. Schiefferdecker (1911) Untersuchungen über die Rumpfmuskulatur von Petromyzon fluviatilis in Bezug auf ihren Bau und ihre Kernverhältnisse, über die Muskelfaser als solche und über das Sarkolemm. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 78, 1. Abth., p. 422.*

D. Tretjakoff (1926) Das Skelett und die Muskulatur im Kopfe des Flußneunauges. *Zeitschr. wiss. Zool. Leipzig, Bd. 128, p. 267.*

Nerven-System

S. Freud (1879) Über Spinalganglien und Rückenmark der Petromyzon. *Sitzber. Akad. Wiss. Wien (1878), Bd. 78, 3. Abth., p. 81.*

C. G. F. Ahlborn (1883) Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. *Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 39, p. 191.*

L. Edinger (1888) Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns. I. Das Vorderhirn des Ammocoetes, Teleostier, Selachier etc. *Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. Frankfurt a. M., Bd. 15,* Abt. *3, p. 91.*

M. G. Retzius (1891) Zur Kenntnis des centralen Nervensystems von Myxine glutinosa. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Vol. 2, p. 47; Vol. 3, p. 37; Vol. 4, p. 36.*

M. G. Retzius (1893) Das Gehirn und das Auge von Myxine. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Vol. 5, p. 55.*

A. Sanders (1894) Researches in the nervous system of Myxine glutinosa. *London.*

J. F. Holm (1901) The finer anatomy of the nervous system of Myxine glutinosa. *Morphol. Jahrb., Bd. 29, p. 365.*

J. B. Johnston (1902) The brain of Petromyzon. *Journ. Comp. Neurol., Vol. 12, p. 1.*

[K. F.] R. Kolster (1902) Studien über das centrale Nervensystem. II. Zur Kenntnis der Nervenzellen von Petromyzon fluviatilis. *Acta Soc. Sci. Fenn. Helsingfors, Vol. 29, No. 2, p. 1.*

J. B. Johnston (1905) The cranial nerve components of Petromyzon. *Morph. Jahrb., Bd. 34, p. 149.*

W. Kolmer (1905) Zur Kenntnis des Rückenmarks von Ammocoetes. *Anat. Hefte, Bd. 29, p. 163.*

J. Worthington (1905) The descriptive anatomy of the brain and cranial nerves of Bdellostoma dombeyi. *Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. 49, p. 137.*

L. Edinger (1906) Über das Gehirn von Myxine glutinosa. *Abh. Akad. Wiss. Berlin, Nr. 1, p. 1.*

C. W. Kupffer (1906) Die Morphogenie des Centralnervensystems (Bdellostoma, Petromyzon, Elasmobranchier, Ganoiden, Teleostier). *O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere, Bd. 2, Teil 3, p. 1. Jena.*

K. Schilling (1907) Über das Gehirn von Petromyzon fluviatilis. *Abh. Senckenberg. Naturf. Ges., Bd. 30, p. 423.*

G. Sterzi (1907) Il sistema nervoso centrale dei Vertebrati. Ricerche anatomiche ed embriologiche. *Vol. 1, Ciclostomi. Padova.*

H. Ayers and J. Worthington (1908 bis 1911) The finer anatomy of the brain of Bdellostoma dombeyi. (1) The acustico-lateral system. *Amer. Journ. Anat., Vol. 8, p. 1 (1908).* — (2) The fasciculus communis system. *Journ. Comp. Neurol., Vol. 21, p. 593 (1911).*

H. Ayers (1908) The ventricular fibres of the brain of Myxinoids. *Anat. Anz., Bd. 32, p. 445.*

J. B. Johnston (1908) Additional notes on the cranial nerves of Petromyzonts. *Journ. Comp. Neurol., Vol. 18, p. 569.*

D. Tretjakoff (1909 bis 1910) Das Nervensystem von Ammocoetes. I. Das Rückenmark. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 73, p. 607 (1909)*; II. Gehirn. *Bd. 74, p. 636 (1910).*

J. B. Johnston (1912) The telencephalon in cyclostomes. *Journ. Comp. Neurol., Vol. 22, p. 341.*

C. J. Herrick and J. B. Obenchain (1913) Notes on the anatomy of a cyclostome brain: Ichthyomyzon concolor. *Journ. Comp. Neurol., Vol. 23, p. 635.*

N. Holmgren (1919) Zur Anatomie des Gehirns von Myxine. *Stockholm Vet.-Akad. Handl., Vol. 60, No. 7.*

G. Retzius (1921) Einige Beiträge zur Kenntnis der Struktur der Ependym- und Nervenzellen im Rückenmark der Cyklostomen. *Biol. Untersuch. G. Retzius, Stockholm, Bd. 19, p. 27.*

W. Brandt (1922) Das Darmnervensystem von Myxine glutinosa. *Zeitschr. ges. Anat. München u. Berlin, Abt. I, Bd. 65, p. 284.*

D. Tretjakoff (1927) Das periphere Nervensystem des Flußneunauges. *Zeitschr. wiss. Zool. Leipzig, Bd. 129, p. 359.*

D. Tretjakoff (1929) Der Oculomotorius vom Neunauge. *Anat. Anz. Jena, Bd. 68, p. 225.*

E. Cords (1929) Die Kopfnerven der Petromyzonten. *Zeitschr. Anat. Entw.-Gesch., Bd. 89, p. 201.*

J. Jansen (1930) The brain of Myxine glutinosa. *Journ. Comp. Neurol. Philad., Vol. 49, p. 359.*

T. Saito (1930) Über das Gehirn des japanischen Flußneunauges (Entosphenus japonicus Martens). *Folio. anat. jap. Tokyo, Vol. 8, p. 189.*

Sinnes-Organe

Parietalorgan

J. Beard (1888) The parietal eye of the cyclostome fishes. *Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. 29, p. 55.*

A. Dendy (1907) On the parietal sense-organs and associated structures in the New Zealand lamprey (Geotria australis). *Quart. Journ. Micr. Sci., London, Vol. 51, p. 1.*

D. Tretjakoff (1913) Die zentralen Sinnesorgane bei Petromyzon. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 83, 1. Abth., p. 68.*

D. Tretjakoff (1915) Die Parietalorgane von Petromyzon fluviatilis. *Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 113, p. 1.*

J. Runnström (1925) Über die Anlage des Parapinealorgans bei Petromyzon. *Zeitschr. Mikr. Anat. Forsch. Leipzig, Bd. 3, p. 283.*

Geruchs-Organ, Geschmacks-Knospen

L. Pogojeff (1888) Über die feinere Structur des Geruchsorganes des Neunauges. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 31, p. 1.*

M. G. Retzius (1893) Über Geschmacksknospen bei Petromyzon. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Vol. 5, p. 69.*

E. Ballowitz (1905) Die Riechzellen des Flußneunauges (Petromyzon fluviatilis L.). *Arch. Mikr. Anat. Bonn, Bd. 65, p. 78.*

W. Lubosch (1905) Die Entwickelung und Metamorphose des Geruchsorganes von Petromyzon und seine Bedeutung für die vergleichende Anatomie des Geruchsorganes. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 40, p. 95.*

Augen

M. Dücker (1924) Über die Augen der Zyklostomen. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 60, p. 471.*

F. Keibel (1928) Beiträge zur Anatomie, zur Entwicklungsgeschichte und zur Stammesgeschichte der Sehorgane der Cyklostomen. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 12, p. 391.*

Gehör-Organe

R. Krause (1905) Die Endigung des Nervus acusticus im Gehörorgan des Flußneunauges. *Sitzber. Akad. Wiss. Berlin, p. 1015.*

R. Krause (1906) Das Gehörorgan der Petromyzonten. *Anat. Anz., Bd. 29 (Suppl.), p. 257.*

D. Tretjakoff (1908) Die Entstehung der äußeren Ampulle [in Ammocoetes]. *Anat. Anz., Bd. 32, p. 165.*

F. K. Studnička (1912) Die Otoconien, Otolithen und Cupulae terminales im Gehörorgan von Ammocoetes und von Petromyzon. Nebst Bemerkungen über das »Otosoma« des Gehörorgans der Wirbeltiere überhaupt. *Anat. Anz., Bd. 42, p. 529.*

Hautsinnes-Organe

M. G. Retzius (1892) Die sensiblen Nervenendigungen in der Haut des Petromyzon. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Vol. 3, p. 37.*

H. Ayers and J. Worthington (1907) The skin end-organs of the trigeminus and lateralis nerves of Bdellostoma dombeyi. *Amer. Journ. Anat., Vol. 7, p. 327.*

F. K. Studnička (1913) Epidermoidale Sinneszellen bei jungen Ammocoeten (Proammocoeten). *Anat. Anz., Bd. 44, p. 102.*

Drüsen

J. Schaffer (1894) Über die Thymusanlage bei Petromyzon planeri. *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Cl., Bd. 103, Teil 3, p. 149.*

O. Maas (1896) Über ein pankreasartiges Organ bei Bdellostoma. *Anat. Anz., Bd. 12, p. 570.*

L. Dervieux (1898) Il fegato dell' Ammocoetes branchialis e del Petromyzon planeri. *Boll. Mus. Zool. Univ. Torino, Vol. 13, No. 320.*

J. W. Haacke (1903) Über Mundhöhlendrüsen bei Petromyzonten. *Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 75, p. 112.*

C. R. Stockard (1906) The development of the thyroid gland in Bdellostoma stouti. *Anat. Anz., Bd. 29, p. 91.*

H. Boenig (1927) Studien zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pankreas beim Bachneunauge [Lampetra (Petromyzon) planeri]. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 8, p. 489.*

H. Boenig (1928) Studien zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Pankreas beim Bachneunauge [Lampetra (Petromyzon) planeri]. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 12, p. 537.*

H. H. Kiekebusch (1928) Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung der Schilddrüse bei den Neunaugenlarven (Lampetra fluviatilis L. und Lampetra planeri Bl.). *Zeitschr. Morph. Ökol. Berlin, Bd. 11, p. 247.*

H. Boenig (1929) Studien zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Pankreas beim Bachneunauge [Lampetra (Petromyzon) planeri]. III. Die Histologie und Histogenese des Pankreas. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 17, p. 125.*

Atmungs-Organe, Ernährungs-Organe

J. Müller (1843) Untersuchungen über die Eingeweide der Fische; Schluß der vergleichenden Anatomie der Myxinoiden. *Abh. Akad. Wiss. Berlin, p. 109.*

J. Schaffer (1895) Über das Epithel des Kiemendarms von Ammocoetes nebst Bemerkungen über intraepitheliale Drüsen. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 45, p. 294.*

O. Maas (1899) Verlauf und Schichtenbau des Darmkanals von Myxine glutinosa L. *Festschrift zum siebenzigsten Geburtstag von Carl von Kupffer, p. 197. Jena.*

F. J. Cole (1913) A Monograph on the general Morphology of the Myxinoid Fishes, based on a study of Myxine. Part V: The Anatomy of the Gut and its Appendages. *Trans. R. Soc. Edinb., Vol. 49, p.* 293.

R. Weissenberg (1926) Beiträge zur Kenntnis der Biologie und Morphologie der Neunaugen. I. Vorderdarm und Mundbewaffnung bei Lampetra fluviatilis und planeri. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 5, p. 153.*

S. SAKWARELIDSE (1927) Zum Vergleich des larvalen und des fertig ausgebildeten Kiemendarms von Lampetra planeri. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 12, p. 16.*
S. ISHIMARU (1929) Beiträge zur Kenntnis des Baues der Goetteschen Tasche bei den Neunaugenlarven (Lampetra planeri). *Folia anat. jap. Tokyo, Vol. 7, p. 425.*

Blutgefäß-System

M. G. RETZIUS (1890) Ein sogenanntes Caudalherz bei Myxine glutinosa. *Biol. Untersuch., Stockholm, nov. ser., Vol. 1, p. 94.*
E. GIGLIO-TOS (1896) Sulle cellule del sangue della lampreda. *Mem. R. Accad. Sci. Torino, 2. sér., Vol. 46, p. 219.*
S. HATTA (1897) Contributions to the morphology of Cyclostomata. I. On the formation of the heart in Petromyzon. *Journ. Coll. Sci., Imp. Univ. Japan, Vol. 10, pt. 2, p. 224.*
M. ASCOLI (1899) Über die Blutbildung bei der Pricke. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 53, p. 623.*
C. M. JACKSON (1901) An investigation of the vascular system of Bdellostoma dombeyi. *Journ. Cincinnati Soc. Nat. Hist., Vol. 20, p. 13.*
G. FAVARO (1905) Ricerche intorno alla morfologia ed allo sviluppo dei vasi, seni e cuori caudali nei ciclostomi e nei pesci. *Atti R. Istit. Veneto Sci., Vol. 65 (8. ser. Vol. 8), p. 1.*
C. J. CORI (1906) Das Blutgefäßsystem des jungen Ammocoetes. *Arb. Zool. Inst. Wien, Vol. 16, p. 217.*
B. MOŽEYKO (1912) Untersuchungen über das Gefäßsystem von Petromyzon fluviatilis. Über die Vaskularisation des Schwanzes. *Anat. Anz., Bd. 40, p. 469.*
F. J. COLE (1926) A Monograph on the general Morphology of the Myxinoid fishes, based on a study of Myxine. Pt. 6. The Morphology of the vascular system. *Trans. R. Soc. Edinb., Vol. 54, p. 309.*
F. KEIBEL (1926) Die Bulbus- und Arterienwülste bei Petromyzonten. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 5, p. 353.*
D. TRETJAKOFF (1927) Das Gefäßsystem im Kiemengebiet des Neunauges. *Morphol. Jahrb. Leipzig, Bd. 58, p. 209.*

Exkretions-Organe

J. W. A. A. MÜLLER (1875) Über das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 9, p. 94.*
R. W. SEMON und J. W. SPENGEL (1896) Das Excretionssystem der Myxinoiden in seiner Bedeutung für die morphologische Auffassung des Urogenitalsystems der Wirbeltiere. *Festschrift zum 70. Geburtstage von Carl Gegenbaur, Bd. 3, p. 167.*
J. W. SPENGEL (1897) Die Excretionsorgane von Myxine. *Anat. Anz., Bd. 13, p. 49.*
G. C. PRICE (1910) The structure and function of the adult headkidney of Bdellostoma stouti. *Journ. Exper. Zool., Vol. 9, p. 849.*
J. L. R. CONEL (1917) The Urogenital System of Myxinoids. *Journ. Morph. Philadelphia, Vol. 29, p. 75.*
T. INUKAI (1929) Die Vorniere (Pronephros) auf ihrer höchsten Entwicklungsstufe bei Neunaugen [Lampetra (Petromyzon) fluviatilis und planeri]. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 19, p. 139.*

Geschlechts-Organe, Geschlechts-Produkte, Befruchtung

Geschlechts-Organe

J. TH. CUNNINGHAM (1887) On the structure and development of the reproductive elements in Myxine glutinosa L. *Quart. Journ. Micr. Sci., nov. ser., Vol. 27, p. 49.*
F. NANSEN (1887) A protandric hermaphrodite (Myxine glutinosa L.) amongst the vertebrates. *Bergens Museum Aarsber., No. 7, p. 1.*
R. H. BURNE (1898) The »Porus genitalis« in the Myxinidae. *Journ. Linn. Soc. London (Zool.), Vol. 26, p. 487.*
A. SCHREINER und K. E. SCHREINER (1905 bis 1908) Über die Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen von Myxine glutinosa L. I. Vermehrungsperiode, Reifungsperiode und Reifungsteilungen. *Arch. Biol. Paris, Tome 21, p. 183.* — II. Die Centriolen und ihre Vermehrungsweise. *Ibid., p. 315.* — III. Zur Spermienbildung der Myxinoiden. *Arch. Zellforsch. Leipzig, Bd. 1, p. 152 (1908).*
R. WEISSENBERG (1927) Beiträge zur Kenntnis der Biologie und Morphologie der Neunaugen. II. Das Reifewachstum der Gonaden bei Lampetra fluviatilis und planeri. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 8, p. 193.*
J. L. CONEL (1931) The genital system of the Myxinoidea: a study based on notes and drawings of these organs in Bdellostoma made by Bashford Dean. *Bashford Dean Mem. Vol. Archaic Fishes, N. S., Vol. 3, p. 67.*

Geschlechts-Produkte

J. Th. Cunningham (1887) Ova of Myxine. *Quart. Journ. Micr. Sci., Vol. 27, p. 49.*

L. H. Plate (1896) Über Eier von Bdellostoma bischoffii Schneider. *Sitzber. Ges. Naturf. Freunde Berlin, p. 16.*

B. Dean (1900) The egg of the hag-fish, Myxine glutinosa Linnaeus. *Mem. N. Y. Acad. Sci., Vol. 2, p. 33.*

W. Lubosch (1904) Untersuchungen über die Morphologie des Neunaugeneies. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 38, p. 673.*

E. Ballowitz (1905) Über die Spermien des Flußneunauges (Petromyzon fluviatilis L.) und ihre merkwürdige Kopfborste. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 65, p. 96.*

Spermatogenese, Ei-Bildung, Befruchtung

A. A. Böhm (1888) Über Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon planeri. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 32, p. 613.*

J. T. Cunningham (1892) Spermatogenesis in Myxine glutinosa. *Ouart. Journ. Micr. Sci., Vol. 33, p. 169.*

F. J. Th. Doflein (1899) Über die Eibildung und Eiablage von Bdellostoma stouti Lock. *Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer, p. 339.*

K. V. Herfort (1900) Die Reifung und Befruchtung des Eies von Petromyzon fluviatilis. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 57, p. 54.*

E. O. Butcher (1929) The origin of the germ cells in the Lake Lamprey (Petromyzon marinus unicolor). *Biol. Bull. Woods Hole, Vol. 56, p. 87.*

Entwickelung

Allgemeine Entwickelung

C. W. Kupffer (1889) Über die Entwicklung von Petromyzon planeri. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 35, p. 469.*

C. C. Kaensche (1890) Beiträge zur Kenntnis der Metamorphose des Ammocoetes branchialis in Petromyzon. *Zool. Beitr. Breslau, Bd. 2, p. 219.*

B. Dean (1899) On the embryology of Bdellostoma stouti. A general account of myxinoid development from the egg and segmentation to hatching. *Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer, p. 221.*

S. Hatta (1907) On the gastrulation in Petromyzon. *Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Japan, Vol. 21, Artikel 11, p. 1.*

L. Glaesner (1910) Studien zur Entwicklungsgeschichte von Petromyzon fluviatilis. Furchung und Gastrulation. *Zool. Jahrb., Bd. 29, p. 139.*

Entwickelung einzelner Organ-Systeme

O. Maas (1897) Über Entwicklungsstadien der Vorniere und Urniere bei Myxine. *Zool. Jahrb., Bd. 10, p. 473.*

G. C. Price (1897) Development of the excretory organs of a myxinoid, Bdellostoma stouti Lockington. *Zool. Jahrb. Jena, Bd. 10, p. 205.*

M. W. Wheeler (1899) The development of the urinogenital organs of the lamprey. *Zool. Jahrb. (Abth. Anat.), Bd. 13, p. 1.*

S. Hatta (1900) Contributions to the morphology of Cyclostomata. The development of pronephros and segmental duct in Petromyzon. *Journ. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo, Vol. 13, p. 311.*

N. K. Koltzoff (1902) Entwickelungsgeschichte des Kopfes von Petromyzon planeri. *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou 1901, p. 259.*

W. Lubosch (1903) Über die Geschlechtsdifferenzierung bei Ammocoetes. *Anat. Anz. (Verhandl. Anat. Gesell.), Bd. 23, p. 66.*

A. Schalk (1913) Die Entwicklung des Cranial- und Visceralskelets von Petromyzon fluviatilis. *Arch. Mikr. Anat., Bd. 83, Teil 1, p. 43.*

W. Keiser (1914) Untersuchungen über die erste Anlage des Herzens, der beiden Längsgefäßstämme und des Blutes bei Embryonen von Petromyzon planeri. *Jenaische Zeitschr. Naturw., Bd. 51, p. 570.*

S. Hatta (1922 bis 1923) Über die Entwicklung des Gefäßsystems des Neunauges (Lampetra mitsukurii Hatta). *Zool. Jahrb. Jena (Abt. Anat.), Bd. 44, p. 1.*

F. Keibel (1927) Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarmes und des Pankreas beim Bachneunauge [Lampetra (Petromyzon) planeri] und beim Flußneunauge [Lampetra (Petromyzon) fluviatilis]. *Zeitschr. mikr. anat. Forsch. Leipzig, Bd. 8, p. 408.*

J. L. Conel (1929) The development of the brain of Bdellostoma stouti. I. External growth changes. *Journ. Comp. Neurol. Philadelphia, Vol. 47, p. 343.*

R. Lyngnes (1930) Beiträge zur Kenntnis von Myxine glutinosa L. I. Über die Entwicklung der Eihülle bei Myxine glutinosa. *Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere, Berlin, Bd. 19, p. 591.*

Physiologie

A. J. Carlson (1904) Contributions to the physiology of the heart of the California hagfish (Bdellostoma dombeyi). *Zeitschr. Allgem. Physiol., Jena, Bd. 4, p. 259.*

C. W. Greene (1925) Notes on the olfactory and other physiological reactions of the California Hagfish. *Science New York N. Y., Vol. 61, p. 68.*

Biologie

J. C. C. Loman (1912) Über die Naturgeschichte des Bachneunauges [Lampetra planeri (Bloch)]. *Zool. Jahrb. (Suppl.), Bd. 15, Teil 1, p. 243.*

R. Weissenberg (1925) Fluß- und Bachneunauge (Lampetra fluviatilis L. und Lampetra planeri Bloch), ein morphologisch-biologischer Vergleich. *Zool. Anz. Leipzig, Bd. 63, p. 293.*

R. Lauterborn (1926) Das Laichen des Flußneunauges (Lampetra fluviatilis L.) in den Seitengewässern des Oberrheins. *Zool. Anz. Leipzig, Bd. 68, p. 142.*

F. G. Maskell (1929) On the New Zealand lamprey, Geotria australis Gray. Part I: Biology and life history. *Trans. Proc. N. Z. Inst., Vol. 60, p. 167.*

Phylogenie, Vergleichende Anatomie, Stellung im System

B. Hatschek (1892) Die Metamerie des Amphioxus und des Ammocoetes. *Anat. Anz. (Verh. Anat. Ges.), Bd. 7, p. 136.*

B. Dean (1900) The Devonian »lamprey«, Paloeospondylus gunni Traquair, with notes on the systematic arrangement of the fish-like vertebrates. *Mem. N. Y. Acad. Sci., Vol. 2, p. 1.*

W. N. F. Woodland (1913) On the supposed gnathostome ancestry of the Marsipobranchii, with a brief description of some features of the gross anatomy of the genera Geotria and Mordacia. *Anat. Anz., Bd. 45, p. 113.*

E. P. Allis (1924) On the homologies of the skull of the Cyclostomata. *Journ. Anat. London, Vol. 58, p. 256.*

A. N. Sewertzoff (1928) Einige Bemerkungen über die systematischen Beziehungen der Anaspida zu den Cyklostomen und Fischen. *Paläont. Zeitschr. Berlin, Bd. 10, p. 111.*

Klassifikation

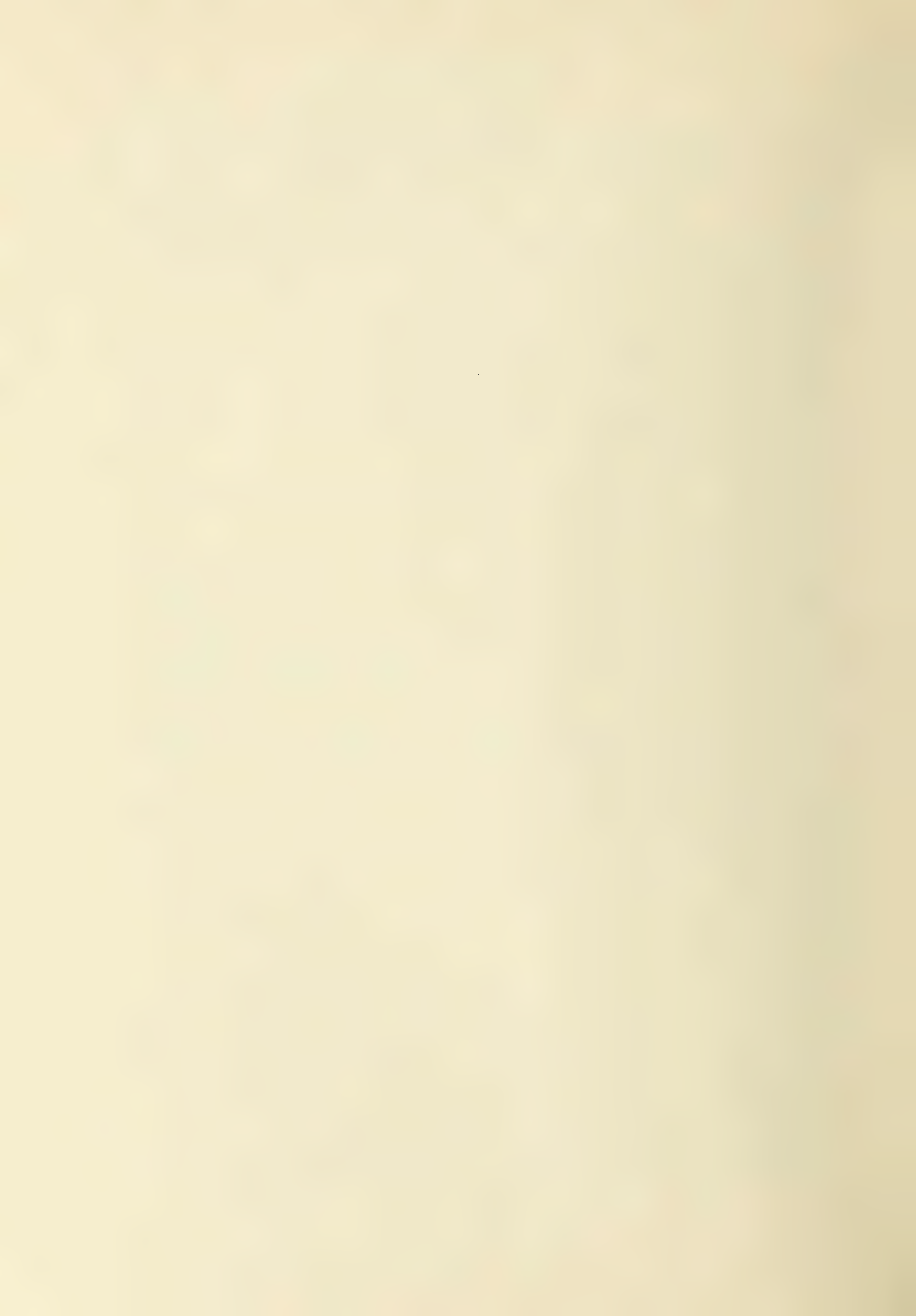
L. H. Plate (1902) Studien über Cyclostomen. I. Systematische Revision der Petromyzonten der südlichen Halbkugel. *Zool. Jahrb. (Suppl.), Bd. 5, p. 651.*

C. T. Regan (1911) A synopsis of the marsipobranchs of the order Hyperoartii. *Ann. Mag. Nat. Hist., 8. sér., Vol. 7, p. 193.*

C. W. Creaser and C. L. Hubbs (1922) A revision of the Holarctic Lampreys. *Occ. Paprs. Mus. Zool. Ann. Arbor Mich., Vol. 120.*

W. Schnakenbeck (1927) Cyclostomi. *Grimpe und Wagler, Tierwelt der Nord- und Ostsee, Bd. 7, p. XII, d. p. 1.*

M. Holly (1933) Cyclostomata. *Das Tierreich: Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen, 59. Lieferung. Berlin.*



METAZOA

(PARAZOA + EUMETAZOA)

PLEROMATA + COELENTERIA * COELENTERATA + ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA (= GASTRAEADA + NEOPROCTA) + DEUTEROSTOMIA (= MESENCHYMATA + COELOMATA) * MODIFIZIERTE GASTRULATIERE + MODIFIZIERTE TROCHOPHORATIERE + MODIFIZIERTE CHORDATIERE

EUMETAZOA

(RADIATA + BILATERIA)

ENTEROCOELA + COELOMOCOELA * PROTAXONIA + HETERAXONIA

BILATERIA

(VERMES + ARTHROPODA + MOLLUSCA + ECHINODERMA + CHORDATA)

HETERAXONIA * CENTROPLANA * BILATERATA * BILATERALIA HYPOGASTRICA + BILATERALIA PLEUROGASTRICA * SPHENOTA * ZEUGITA * ZYGOMORPHA * ZYGOPLEURA * DIPLEURA * PLEROCOELIA + ENTEROCOELIA * ECTEROCOELIA + ENTEROCOELIA * PROTOSTOMIA + DEUTEROSTOMIA * ZYGONEURA + DIPLEURIDIA + CHORDONIA * SCOLIGENA + AMBULACRALIA + CHORDONIA * COELOMOCOELA * COELOMATA (PARTIM?)

Siebenter Stamm der Eumetazoa
Fünfter Stamm der Bilateria
CHORDATA

(TUNICATA + ACRANIA + CRANIOTA)

Linnaeus 1766: CL. 1 MAMMALIA, CL. 2 AVES, CL. 3 AMPHIBIA, CL. 4 PISCES, CL. 5 INSECTA, CL. 6 VERMES (INTESTINA + MOLLUSCA + TESTACEA + LITHOPHYTA + ZOOPHYTA) * Carl Gustav Carus 1818: **THIERE OHNE HIRN UND RÜCKENMARK:** 2. KLASSE WEICHTHIERE, MOLLUSCA, 1. ORDNUNG ACEPHALEN (SALPA, ASCIDIA, PTEROTRACHAEA, THALIA). — **THIERE MIT RÜCKENMARK UND HIRN:** UNTERSTE KLASSE: FISCHE (GRÄTHENFISCHE + KNORPELFISCHE) * McLeay 1819—21: **VERTEBRATA** (PISCES, AMPHIBIA, MAMMALIA, AVES, REPTILIA). — **TUNICATA** * Blainville 1822: ARTIOMORPHA (ARTIOZOARIA) 1. TYP **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** = PILIFERA + PENNIFERA + SQUAMIFERA + NUDIPELLIFERA + PINNIFERA. — 4. TYP **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** [DARIN ACEPHALOPHORA, DARUNTER HETEROBRANCHIA (ASCIDIAE)] * Cuvier 1829: ANIMALIA **VERTEBRATA.** — ANIMALIA **MOLLUSCA** (DARIN CL. 4 ACEPHALA = TESTACEA + TUNICATA) * Ehrenberg 1836: A. **MYELONEURA** 1. NUTRIENTIA (MAMMALIA + AVES), 2. ORPHANOZOA (AMPHIBIA + PISCES). — B. **GANGLIONEURA** 1. SPHYGMOZOA, CORDATA, DARIN 4. MOLLUSCA (DARUNTER CL. 15 TUNICATA + CL. 16 AGGREGATA) * Perty 1841: SUBREGNUM 1 **GASTROZOA, BAUCHTHIERE:** CLASSIS VI MOLLUSCA: SUBCL. 1 ACEPHALA, ORDO 1 TUNICATA, SCHALENLOSE (THETYDEA + LUCIA + THALIDA). — SUBREGNUM 3 **CEPHALOZOA, KOPFTHIERE** = CLASSIS XII PISCES + CL. XIII AMPHIBIA (REPTILIA) + CL. XIV AVES + CL. XV MAMMALIA * Fitzinger 1843: I. **EVERTEBRATA:** III. CIRCULUS DERMATOZOA = ACEPHALA + CEPHALOPODA + MOLLUSCA. — II. **VERTEBRATA:** A. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM VEGETATIVORUM = PISCES + REPTILIA; B. GRADUS EVOLUTIONIS SYSTEMATUM PHYSIOLOGICORUM ANIMALIUM = AVES + MAMMALIA * van Beneden 1845: 1. **HYPOCOTYLEDONES, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + BATRACHIA + PISCES). — 3. **ALLOCOTYLEDONES** (DARIN MOLLUSCA MIT TUNICATA) * Stannius 1846: **VERTEBRATA** = FISCHE (MIT BRANCHIOSTOMA) + REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE * Rudolf Leuckart 1848: V. **MOLLUSCA, PALLIATA** (DARUNTER CL. 12 TUNICATA = ASCIDAE, TETHYES + SALPAE, THALIDES). — VI. **VERTEBRATA** * C. Th. v. Siebold 1848: ANIMALIA EVERTEBRATA: VIERTE HAUPTGRUPPE **MOLLUSCA**, ZEHNTE KLASSE ACEPHALA: 1. ORDNUNG TUNICATA (ASCIDIAE + SALPINAE) * Vogt 1848: I. **VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (LEPTOCARDIA, CYCLOSTOMATA, SELACHIA, GANOIDEA, TELEOSTIA). — IV. **MOLLUSCA,** DARUNTER CL. 13 TUNICATA (ASCIDIAE + BIPHORA), EINE KLASSE DER GRUPPE MOLLUSCOIDEA (= TUNICATA + CTENOPHORA + BRYOZOA) * Milne Edwards 1855: I. **OSTEOZOARIA, VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILES + BATRACHIA + PISCES). — III. **MALACOZOARIA, MOLLUSCA** (DARUNTER MOLLUSCOIDEA = TUNICATA + BRYOZOA) * Owen 1855: PROVINCE **VERTEBRATA, MYELENCEPHALA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + PISCES). — PROVINCE **MOLLUSCA, HETEROGANGLIATA** (DARIN CL. TUNICATA = SACCOBRANCHIATA + TAENIOBRANCHIATA) * Leunis 1860: **ANIMALIA VERTEBRATA** = MAMMALIA + AVES + REPTILIA ODER AMPHIBIA (SQUAMATA + NUDA) + PISCES (OSTEACANTHI + CHONDRACANTHI, DARUNTER ALS LETZTE ORDNUNG CYCLOSTOMI MIT AMPHIOXUS). — **MOLLUSCA ACEPHALA** = [BRACHIOPODA + CONCHIFERA +] TUNICATA, MANTEL- ODER SACKTHIERE ODER SCHALENLOSE ACEPHALEN (ASCIDIACEA + SALPACEA) * Burmeister (Giebel) 1867: VIERTE KLASSE DER REGULÄREN THIERE: TYPUS DER **MOLLUSKEN:** ORDNUNG TUNICATA ODER PERIGYMNA (ASCIDIAE + SALPINAE). — LETZTE HAUPTABTHEILUNG **OSTEOZOA ODER VERTEBRATA:** KLASSE PISCES, DER EINFACHSTE DER FISCHE: AMPHIOXUS, + AMPHIBIA + AVES + MAMMALIA

* Huxley 1875: **DEUTEROSTOMATA EPICOELA** = TUNICATA OR ASCIDIOIDA + VERTEBRATA * E. Ray Lankester 1877: ENTEROZOA COELOMATA (TRIPLOBLASTICA): . . . 7. **VERTEBRATA** = UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + CRANIATA * Benjamin Clarke 1879: VERTEBRATE DIVISION: **VERTEBRATA NOTODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES [= (— MONODELPHIA —) GANOIDEA, PACHYCARDIA, LEPTOCARDIA, DERIVED FROM ASCIDIA) + (— DIDELPHIA —) LEPIDOTA, TELEOSTIA, ? SELACHIA] — **VERTEBRATA PRODELPHIA** = (— DIDELPHIA —) MAMMALIA (DIDELPHIA, ORNITHODELPHIA) + (— MONODELPHIA —) MAMMALIA (MONODELPHIA). — **MOLLUSCOIDEA**: ASCIDIOIDA = NOTODELPHIA (MONODELPHIA) ASCIDIA IN PART, SALPIDA, PYROSOMATIDA, DIPLOSOMA + NOTODELPHIA (DIDELPHIA) = ASCIDIA, ? BALANOGLOSSIDA. * Ludwig (Leunis) 1883: 1. KREIS **VERTEBRATA** (MAMMALIA + AVES + REPTILIA + AMPHIBIA + PISCES (TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CHONDROPTERYGEI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII). — 2. KREIS **TUNICATA** (ASCIDIACEA + THALIACEA) * Hatschek 1888: LETZTER TYPUS **CHORDONII** = 10. CLAD. TUNICATA + 11. CLAD. LEPTOCARDII + 12. CLAD. VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + GNATHOSTOMATA) * Hallez 1893: **CHORDATA** * Masterman 1897: **CHORDATA** = ARCHICORDA (HEMICHORDA + DIPLOCHORDA) + EUCHORDA (UROCHORDA + CEPHALOCHORDA + HOLOCHORDA) * Fleischmann 1898: I. TYPUS **VERTEBRATA** = PISCES (SELACHII + TELEOSTEI + GANOIDEI + DIPNOI + CYCLOSTOMATA + LEPTOCARDII) + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES (ARCHAEORNITHES + NEOORNITHES) + MAMMALIA. — VI. TYPUS **TUNICATA** (ASCIDIA + THALIACEA) * Gegenbaur 1898: **WIRBELLOSE**: (7. STAMM) TUNICATA = COPELATEN + PYROSOMEN + DOLIOLEN + SALPEN. — **WIRBELTHIERE**: (8. STAMM) = ACRANIA + CRANIOTA * Goette 1902: **CHORDATA** = TUNICATA + CEPHALOCHORDIA, LEPTOCARDII + VERTEBRATA * Karl Camillo Schneider 1902: II. PHYLUM COELENTERIA 4. TYPUS: ENTEROCÖLIA (CÖLENTERIER MIT GESONDERTEN CÖLARRÄUMEN) = **PROCHORDATA** + **CHORDATA**: 6. SUBTYPUS AMERIA + 7. SUBTYPUS TRIMERIA + 8. SUBTYPUS TELOCHORDATA (CLADUS TUNICATA) + 9. SUBTYPUS EUCHORDATA (CLADUS HOMOMERIA, ACRANIA + CLADUS VERTEBRATA, CRANIOTA) * Harmer 1904: **CHORDATA** = 1. HEMICHORDATA (ENTEROPNEUSTA + PTEROBRANCHIA + PHORONIDEA) + 2. UROCHORDATA, TUNICATA (LARVACEA + ASCIDIACEA + THALIACEA) + 3. CEPHALOCHORDATA (BRANCHIOSTOMATIDAE) + 4. CRANIATA (CYCLOSTOMATA + PISCES) * Grobben 1908: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * Hatschek 1911: PHYLUM **CHORDONIA** = TYPUS TUNICATA + TYPUS VERTEBRATA (ACRANIA + CRANIOTA) * Bütschli 1912: PHYLUM **CHORDATA** = SUBPHYLUM TUNICATA, UROCHORDA + SUBPHYLUM VERTEBRATA (TRIBUS ACRANIA, LEPTOCARDII + TRIBUS CRANIOTA) * Hertwig 1912: III. **STAMM WÜRMER**: DARIN 10. KLASSE TUNICATEN (APPENDICULARIEN + TETHYODEEN + THALIACEEN). — VII. **STAMM WIRBELTIERE** = 1. UNTERSTAMM ANAMNIEN (ACRANIER + CYCLOSTOMEN + FISCHE + AMPHIBIEN) + 2. UNTERSTAMM AMNIOTEN (REPTILIEN + VÖGEL + SÄUGETIERE) * Heider 1913: **CHORDONIA** = TUNICATA + ACRANIA + VERTEBRATA * J. E. V. BOAS 1914: **URWIRBELTIERE** — TUNIKATEN; — **URWIRBELTIERE** — AMPHIOXUS — CYCLOSTOMEN — SELACHIER — GANOIDEN — KNOCHENFISCHE — LUNGENFISCHE — AMPHIBIEN — REPTILIEN — VÖGEL — SÄUGETIERE * Brehms Tierleben 1914: **TIERKREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA * Grobben (Claus) 1916: PHYLUM VI. DEUTEROSTOMIA: SUBPHYLUM III **CHORDONIA** = KREIS TUNICATA (COPELATA + TETHYODEA + THALIACEA) + KREIS ACRANIA (LEPTOCARDIA) + KREIS VERTEBRATA (CYCLOSTOMATA + PISCES + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES + MAMMALIA) * Austin H. Clark 1921: **VERTEBRATOIDEA** = ACRANIATA (PHYLUM TUNICATA + PHYLUM CEPHALOCHORDA) + CRANIATA (PHYLUM VERTEBRATA) * Börner 1923: **COELOMATA NEUROPORATA** = TUNICATEN + ACRANIER + VERTEBRATEN * Jürgen W. Harms 1924: C. KREIS **MODIFIZIERTE CHORDATIERE** (CHORDA DORSALIS STETS EMBRYONAL VORHANDEN; RÖHRENFÖRMIGES NERVENSYSTEM): **NEUROPORATA** = 1. UNTERKREIS SALPAE + ASCIDIAE (ALS REGULATIONSFORMEN) + 2. UNTERKREIS ACRANIA + HEMICRANIOTA ODER CYCLOSTOMATA + CRANIOTA (PISCES, AMPHIBIA, SAUROPSIDA, MAMMALIA) (ALS HALBSTABILE TIERE) + 3. UNTERKREIS APPENDICULARIA (ALS STABILE TIERE) * Stempell 1926: **KREIS CHORDATA** = UNTERKREIS TUNICATA + UNTERKREIS ACRANIA + UNTERKREIS VERTEBRATA, CRANIOTA * Fleischmann 1928: **1. STILKREIS DER WIRBELTIERE, VERTEBRATA** = 1. NABELTIERE, AMNIOTA + 2. NABELLOSE, ANAMNIA + SCHÄDELLOSE, ACRANIA ODER RÖHRENHERZEN, LEPTOCARDIA. — **8. STILKREIS DER MANTELTIERE, FILTERTIERE, TUNICATA** = 1. SEESCHEIDEN, ASCIDIA + APPENDIKULARIEN + SCHWIMMENDE TONNEN, SALPAE * Kühn 1928: STAMM **CHORDATA** = 1. UNTERSTAMM ACRANIA + 2. UNTERSTAMM TUNICATA + 3. UNTERSTAMM VERTEBRATA ODER CRANIOTA * Grobben (Claus-Grobben-Kühn) 1932 **3. SUBPHYLUM CHORDONIA** = 1. KLADUS ***TUNICATA*** (MIT DEN 3 KLASSEN COPELATA + TETHYODEA + THALIACEA) + 2. KLADUS ***ACRANIA*** (MIT DER 1 KLASSE LEPTOCARDIA) + 3. KLADUS ***VERTEBRATA, CRANIOTA*** (MIT DEN 6 KLASSEN CYCLOSTOMATA + PISCES + AMPHIBIA + REPTILIA + AVES + MAMMALIA)

Dritter Unterstamm der Chordata

CRANIOTA

Zweite Superklasse der Craniota

VERTEBRATA

Erste Klasse der Vertebrata

ICHTHYA

Erste Klasse der Vertebrata

ICHTHYA

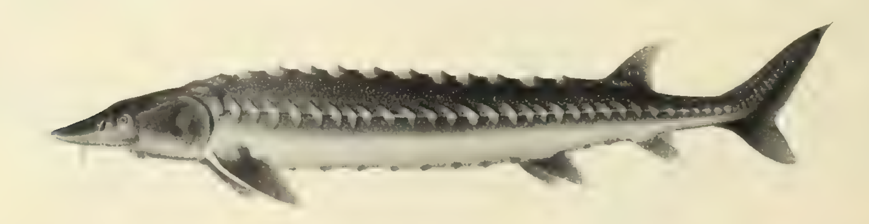
(Von VICTOR PIETSCHMANN in Wien)

1756 Linnaeus: AMPHIBIA NANTES (PARTIM) + PISCES — 1769 Pennant: PISCES (PARTIM) — 1770 Gouan: PISCES (PARTIM) — 1811 Pallas: MONOCARDIA (PARTIM) — 1815 Rafinesque: ICHTHYOSIA (PARTIM) — 1819 bis 1821 Mc Leay: PISCES (PARTIM) — 1836 Ehrenberg: PISCES (PARTIM) — 1841 Perty: PISCES (PARTIM) — 1842 Temminck & Schlegel (Siebold): PISCES (PARTIM) — 1843 Fitzinger: PISCES (PARTIM) — 1845 van Beneden: PISCES (PARTIM) — 1848 Vogt: PISCES (PARTIM) — 1855 Owen: PISCES (PARTIM) — 1855 Milne Edwards: PISCES (PARTIM) — 1860 Leunis: PISCES (PARTIM) — 1864 Günther (Zoological Record): PISCES (PARTIM) — 1867 Burmeister: PISCES (PARTIM) — 1868 bis1875 Carus (Gerstaecker): PISCES (PARTIM) — 1878 Day: PISCES (PARTIM) — 1884 Ogilvie-Grant (Zoological Record) PISCES (PARTIM) — 1886 Boulenger (Zoological Record): PISCES (PARTIM) — 1890 Boas: PISCES (PARTIM) — 1893 J. Smitt (Fries, Ekström, Sundevall): PISCES (PARTIM) — 1893 Carus: PISCES (PARTIM) — 1896 Jordan & Evermann: PISCES — 1898 Fleischmann: PISCES (PARTIM) — 1902 Schneider: PISCES — 1902 Goette: EUICHTHYES — 1904 Harmer: PISCES — 1904 Bridge: PISCES — 1905 Claus-Grobben: PISCES — 1911 Poche: PISCES + SELACHII — 1911 Tate Regan (Zoological Record): SELACHII + PISCES — 1912 L. S. Berg: PISCES — 1913 Boas: PISCES (PARTIM) — 1916 Grobben (Claus): PISCES — 1920 Norman (Zoological Record): SELACHII + PISCES — 1923 Börner: PISCES — 1924 I. W. Harms: PISCES — 1926 Burton (Zoological Record): SELACHII + PISCES — 1932 Grobben (Claus-Grobben-Kühn): PISCES



Figur 532. ICHTHYA (Selachia). — *Centrophorus steindachneri* Pietschmann als ein Vertreter der Antacei (Haie). Sie sind gekennzeichnet durch einen meist sehr stark unterständigen Mund, weiter durch mehrere (meist 5) seitlich gelegene Kiemenspalten. Die Haut ist mit kleinen Schüppchen bedeckt, die bei jeder Art besondere Form besitzen (Plakoidschuppen) und den Zähnen homolog sind. Die Schwanzflosse ist stark heterozerk. Meist schlanke, spindelförmige (fusiforme) Gestalt. Gute Schwimmer, Raubfische. Die großen Augen lassen die Art als Bewohner tieferer Wasserschichten erkennen. (Nach Pietschmann)

Figur 533. Ichthya (Selachia). — *Raja erinacea* Mitchill als ein Vertreter der Platosomi (Rochen). Gekennzeichnet durch die floßförmige (ratiforme) Körpergestalt. Die seitlichen Teile dieses Körpers werden durch die stark entwickelten Pektoralflossen gebildet, deren vorderste Partie auch den Kopf einschließt. 5 unterständige Kiemenspalten liegen hinter dem gleichfalls unterständigen, meist breiten Mund, vor diesem die gewöhnlich großen Nasenlöcher. Die Männchen sind durch ein paariges, beim erwachsenen Tiere sehr stark ausgebildetes Klammer-Organ gekennzeichnet, das einen modifizierten Teil der Ventralflosse darstellt; weiter durch eine Gruppe sehr spitzer, gegen die Körpermittelachse gerichteter Dornen auf jeder Pektorale. Räuberische Grundbewohner. (Nach Garman)

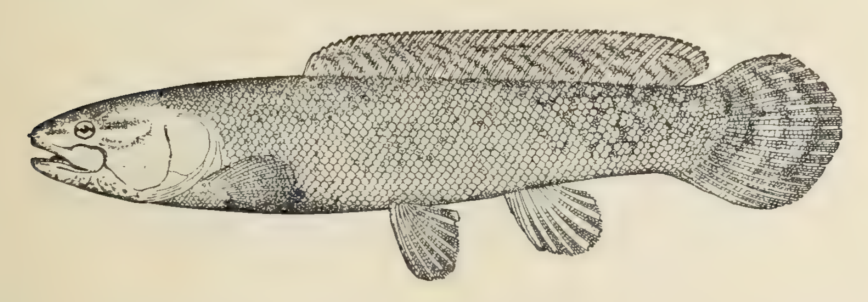


Figur 534. Ichthya (Selachia). — *Chimaera monstrosa* Linnaeus als ein Vertreter der Holocephali (Meerratten). Gekennzeichnet durch einen tropfenförmigen (guttiformen) Körper, der sich von dem vorn kegelförmigen Kopfe aus gegen hinten zu immer mehr verjüngt und in einen peitschenähnlichen Schwanzfaden endigt. Eine seitliche Kiemenspalte. Das Männchen durch einen keulenförmigen Stirnaufsatz zwischen den Augen oder unmittelbar vor ihnen und durch mehrere Klammer-Organe gekennzeichnet. Die Haut ist im übrigen glatt. Bewohner tieferer Wasserschichten. Man beachte die besonders großen Pektoralflossen. (Nach Smitt)

Figur 535. Ichthya (Pisces). — *Acipenser sturio* Linnaeus als Vertreter der Chondrostei (Störe). Walzen- oder spindelförmiger Körper mit glatter Haut, die mit verstreuten kleinen Schüppchen sowie einer Anzahl (meist 5) Längsreihen von großen plattenförmigen Schuppen (Ganoidschuppen) bedeckt ist. Auf der heterozerken Schwanzflosse pflasterartig aneinandergereihte, länglich-rhombische oder rechteckige Knochenplatten (Fulcra). Der Kopf vollständig in einen verknöcherten Panzer gehüllt. Eine seitlich stehende Kiemenspalte. Kiemen durch einen harten (verknöcherten) Kiemendeckel geschützt. Mund unterständig, ohne Zähne, zum Saugen eingerichtet. Die hierher gehörigen Arten sind zumeist marin-anadrome Tiere, die zur Laichzeit in die Flüsse aufsteigen. (Nach Grote)



Figur 536. Ichthya (Pisces). — *Lepidosteus tristoechus* (Bloch & Schneider) als Vertreter der Ginglymodi (Kaimanfische, Knochenhechte). Walzenförmiger (zylindriformer) Körper mit schnabelartig ausgezogenem Mundteil des Kopfes. Haut vollständig gepanzert, mit platten, eckigen, dicht aneinandergefügten, dicken Schuppen (Ganoidschuppen). Man beachte die Grenze der Hautpanzerung auf der paddelförmigen Kaudalflosse. Auch die übrigen Flossen paddelförmig. Fulcra vorhanden. Eine seitlich gelegene Kiemenspalte. Mund mit spitzen Zähnen versehen. Räuberischer Süßwasserfisch Nordamerikas. (Nach Jordan)



Figur 537. Ichthya (Pisces). — *Amia calva* Linnaeus als Vertreter der Amioidei (Hundsfische). Körper plump-spindelförmig (fusiform), mit dünnen, hinfälligen, ganzrandigen Schuppen (Zykloidschuppen) bedeckt. Kopf von einem knöchernen Überzug umgeben, Mund endständig, mit spitzen, starken Zähnen. Eine seitlich gelegene Kiemenspalte. Kaudalflosse paddelförmig (leicht heterozerk). Auch die anderen Flossen — mit Ausnahme der brettförmigen Rückenflosse — paddelförmig. Die grobzellige Schwimmblase wird als Hilfs-Organ für die direkte Luft-Atmung verwendet. Räuberischer Süßwasserfisch Nordamerikas. (Nach Jordan)



Figur 538. Ichthya (Pisces). — *Clupea harengus* Linnaeus als Vertreter der zu den Weichflossern gehörigen Isospondyli. Körper schlank-spindelförmig (fusiform), seitlich stark zusammengedrückt, mit großen, sehr hinfälligen, ganzrandigen Schuppen (Zykloidschuppen) bedeckt. In allen Flossen nur weiche gegliederte Strahlen. Eine Kiemenspalte; Kiemenschutz knöchern. Mund leicht oberständig, die Bauchkante durch eine Reihe scharf geknickter, spitz zugehender Kielschuppen gebildet, die ihr ein sägeartiges Aussehen verleihen. Bauchflossen bauchständig. Pelagische Art, guter Schwimmer. (Nach Heincke)



Figur 539. Ichthya (Pisces). — *Perca fluviatilis* Linnaeus als Vertreter der zu den Stachelflossern (Acanthopterygii) gehörigen Percomorphi (Barschartige). Kräftiger, gedrungen-spindelförmiger (fusiformer) Körper, der mit derben Ctenoidschuppen (Schuppen mit gezähneltem Rand) bedeckt ist. Die Seitenlinie deutlich entwickelt. Mund endständig; eine Kiemenspalte, seitlich gelegen. Kiemenschutz knöchern. Bauchflossen kehlständig. In den Flossen außer weichen, gegliederten Strahlen auch harte, wenig biegsame, ungegliederte Stacheln. Räuberischer Süßwasserfisch, guter Schwimmer. (Nach Grote)



Figur 540. Ichthya (Dipnoa). — *Neoceratodus forsteri* (Krefft) als Vertreter der Dipnoi (Lungenfische). Plumper, walzenförmiger (molchähnlicher) Körper, mit großen, glattrandigen Schuppen (Zykloidschuppen) bedeckt. Rücken-, Schwanz- und After-Flosse einen einheitlichen Saum bildend. Kopf mit kleinen Augen und halb-unterständigem Mund mit großen Zahnplatten. Paarige Flossen spitz-paddelförmig. Atmet außer durch Kiemen auch mit Lungen, die bei dieser Art unpaarig sind. Träger Süßwasser-Friedfisch. (Nach Günther)

Definition

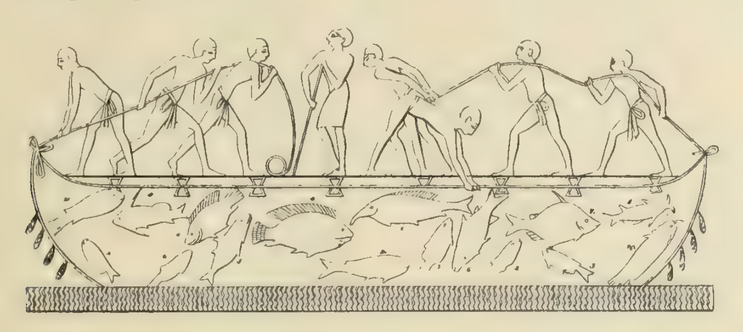
W e c h s e l w a r m e , w a s s e r b e w o h n e n d e T i e r e , d i e z e i t l e b e n s K i e m e n b e s i t z e n . S c h u l t e r - u n d B e c k e n - G ü r t e l i s t v o r h a n d e n ; a u ß e r d e n u n p a a r i g e n F l o s s e n s i n d d a h e r a u c h p a a r i g e E x t r e m i t ä t e n (B r u s t - u n d B a u c h - F l o s s e n) a n g e l e g t . H a u t e n t w e d e r n a c k t o d e r t e i l w e i s e o d e r g a n z m i t a u s d e m C o r i u m e n t s t e h e n d e n H a r t g e b i l d e n (D o r n e n , P l a t t e n o d e r e c h t e n S c h u p p e n) b e d e c k t . D a s e n t w e d e r d a u e r n d k n o r p e l i g e o d e r v e r k n ö c h e r t e S k e l e t t b e s t e h t a u s 2 d e u t l i c h v o n e i n a n d e r g e s c h i e d e n e n T e i l e n : d e m R u m p f s k e l e t t u n d d e m K o p f s k e l e t t . D e r H a u p t b e s t a n d t e i l d e s R u m p f s k e l e t t e s i s t d i e a u s d e u t l i c h e n t w i c k e l t e n , s a n d u h r - f ö r m i g e n W i r b e l n g e b i l d e t e W i r b e l s ä u l e , d e r H a u p t b e s t a n d t e i l d e s K o p f s k e l e t t e s d e r d a s G e h i r n u m s c h l i e ß e n d e S c h ä d e l . D i e H a u p t m a s s e d e s K ö r p e r s w i r d d u r c h d e n g r o ß e n S e i t e n r u m p f m u s k e l g e b i l d e t . D a s G e h i r n b e s t e h t a u s V o r d e r h i r n , Z w i s c h e n h i r n , M i t t e l h i r n , K l e i n h i r n u n d H i n t e r h i r n . D a s e i n f a c h e H e r z h a t e i n e K a m m e r u n d e i n e V o r k a m m e r .

Erforschungsgeschichte

Wir müssen annehmen, daß die Menschheit die ersten Kenntnisse von den Fischen wahrscheinlich schon früher als die Kenntnis der jagdbaren Tiere erworben hat.

So sehen wir denn auch schon auf ÄLTESTEN BILDLICHEN DARSTELLUNGEN *Abbildungen von Fischen*, die zum Teil sogar die Feststellung bis zur Art herab möglich machten. Das gilt vor allem von BILDWERKEN AUS ALT-ÄGYPTEN. Erwähnt sei, daß solche Fischdarstellungen von altägyptischen Monumenten, zum Beispiel auch durch Heckel zoologisch bestimmt worden sind (Figur 541). AUCH DIE MEHRZAHL DER ANDEREN ANTIKEN VÖLKER betrieb seit ältesten Zeiten Fischfang und beschäftigte sich teilweise auch bereits mit der Konservierung der Beute durch Einsalzen und Trocknen.

So ist es begreiflich, daß ARISTOTELES in seinen Schriften schon die ansehnliche Anzahl von *mehr als hundert Fisch-Arten*, die alle dem Ägäischen Meere angehören, kannte und zu kennzeichnen versuchte. Auch umgrenzte er diese Tiergruppe schon überraschend scharf und unterschied sogar *von den Fischen* schon *die Seesäuger*. Geradezu erstaunlich sind seine biologischen und besonders anatomischen Beobachtungen, von denen manche bis heute grundlegend geblieben sind.



Figur 541. Altägyptische Fisch-Abbildungen, bestimmt von Heckel: »*Fischfang mit dem Netze.* (Aus den Gräbern bei den Pyramiden.) 2000 v. Chr. (*1*) Mormyrus oxyrhynchus Geoff.; (*2, 2, 2, 2*) Mormyrus cyprinoides Linn.; (*3, 3*) Mormyrus?; (*4, 4*) Chromis nilotica Cuv.; (*5*) Lates niloticus Cuv.; (*6*) Distichodus niloticus Müller et Trosch.; (*7*) Citharinus Geoffroyi Cuv.; (*8*) Synodontis Arabi Cuv. Val.?; (*9*) Synodontis serratus Rüpp.?; (*10*) Clarias Hasselquistii Cuv. Val.; (*11*) Tetraodon Fahaca Hasselq.« (Nach Heckel)

Es spricht für die das ganze Altertum beherrschende Bedeutung dieses überragenden Geistes, daß volle 18 Jahrhunderte hindurch ALLE FOLGENDEN SCHRIFTSTELLER seine Schriften nicht bloß zur Grundlage ihrer Erörterungen machten, sondern sich vielfach damit begnügten, ihn zu kommentieren.

Erst in DER MITTE DES 16TEN JAHRHUNDERTS beginnt ein neuer Zeitabschnitt für die Fischkunde. Um diese Zeit entstanden 3 Werke über Fische, deren jedes eigene Beobachtungen neben überlieferten brachte und die dann fast ein Jahrhundert lang als die Hauptwerke der Ichthyologie galten. Es sind die ungefähr gleichzeitig erschienenen Werke von P. BELON, H. SALVIANI und G. RONDELET, alle 3 mit Abbildungen der beschriebenen Fische versehen. BELON suchte die von ihm *unter dem Begriff Fische zusammengefaßten »blutbesitzenden Wassertiere«* auch in ein System zu bringen; dieses ist vor allem auf die verschiedene Größe (große oder kleine) und Art der Vermehrung (*lebendig gebärende und Eier legende*) aufgebaut und stellte mit Hilfe dieser rein künstlichen Unterscheidungs-Methoden dennoch einige große Gruppen von tatsächlich näher verwandten Formen auf. So faßte er *die Plattfische* (*Pleuronectidae*) in eine Gruppe zusammen, weiter *die Aale* (denen er allerdings auch *Belone und Sphyraena* zuzählte). Ferner unterschied er *die Gruppe der Haie* und die *der Rochen* (zu denen er freilich auch *Lophius* rechnete), die er als *lebendig gebärende Knorpelfische* (als Unterabteilung) *der großen Gruppe der »größeren Fische oder Wale«* zurechnete.

RONDELET, der im allgemeinen das »System« BELONS angenommen hatte, erweiterte die damaligen Kenntnisse durch umfassendere Darstellung anatomischer und biologischer Tatsachen über die einzelnen Arten sowie vor allem durch eine verhältnismäßig größere Kenntnis von Formen, von denen er *bereits nahezu 250 Arten*, alle *den europäischen Meeren und Süßwässern* angehörig, unterschied. Insbesondere muß er als einer der grundlegenden Kenner der Fische des Mittelmeerbeckens bezeichnet werden. Die gleichen Vorzüge zeigen auch die Abbildungen seiner beiden großen Werke »Libri de piscibus marinis« und »Universae aquatilium historiae altera pars«, die zwar künstlerisch-technisch nicht auf der gleichen Höhe wie etwa die SALVIANIS stehen, aber doch die genauesten aller der 3 genannten Autoren sind. Dem gegenüber erscheint das ichthyologische Werk des päpstlichen Leibarztes SALVIANI mehr als eine künstlerisch-populäre

Beschreibung und Darstellung. Die auf Fische bezüglichen Arbeiten BELONS, SALVIANIS und RONDELETS bildeten in Beschreibung und Abbildung auch die Hauptquelle für den Schweizer Zoologen GESNER bei der Bearbeitung des auf die Wassertiere bezüglichen (4ten Teils) seines umfassenden Sammelwerkes der »Historia animalium«, in dem sich überdies auch zahlreiche Beschreibungen und Abbildungen *anderer europäischer Arten* zusammengetragen finden.

Die Kenntnis außereuropäischer Fische begann erst um die MITTE DES 17TEN JAHRHUNDERTS mit der Veröffentlichung der ichthyologischen Studien, die durch die dem Gefolge des Grafen Moritz von Nassau zugeteilten beiden Ärzte PISO und MARGRAV *in Brasilien* durchgeführt worden waren und die zum ersten Male sehr genaue, sorgfältige, mit gut erkennbaren Abbildungen versehene Beschreibungen einer namhaften Anzahl (*gegen 100*) von Vertretern einer fremden Fischfauna brachten. *Einige Beschreibungen von Fischen aus dem Gebiet des indo-australischen Archipels*, die so wie jene Brasiliens durch die holländische Besetzung dieser Gebiete verursacht worden waren, sind *alles, was sonst noch* in diesen Zeiten über außereuropäische Fische bekannt geworden ist.

Für die Weiterentwickelung der Systematik ist der nächste Markstein die Tätigkeit der beiden Engländer RAY & WILLUGHBY sowie des auf ihren Arbeiten aufbauenden Schweden ARTEDI, des »Vaters der Ichthyologie«, des unmittelbaren Vorläufers LINNÉS in bezug auf die Fischforschung. Eines der Hauptverdienste von RAY & WILLUGHBY bestand darin, daß sie sich frei machten von den Darstellungen der alten Beschreibungen und zu der Erkenntnis durchdrangen, daß eine Klassifikation nur auf Grund anatomischer Merkmale möglich sei. Ein anderes war die Festlegung des Begriffes der Art und die Erkenntnis, daß diese die Grundlage zoologischen Forschens bilden müsse. *Ihre Definition der Fische als blutführender, kiemenatmender, mit einer einzigen Herzkammer versehener Tiere* ergab die weitere Erkenntnis, daß *die Wale* nicht zu den Fischen zu rechnen seien. Als Merkmal für *die Trennung der Hauptgruppen der Fische* wählten sie vor allem die knorpelige oder knöcherne Beschaffenheit des Skelettes, für die Unterteilung dieser Hauptgruppen die Körperform, die Zähne, die Anzahl der Rückenflossen und Beschaffenheit der Rückenflossenstrahlen (weiche, gegliederte oder stachelige), Vorhandensein oder Fehlen der Bauchflossen. Auf RAYS & WILLUGHBYS Forschungen fußen die Arbeiten ARTEDIS, die sich durch scharfe Ausarbeitung der systematischen Grundbegriffe *Gattung und Art* auszeichnen und damit endgültig die Grundlage einer wissenschaftlichen Ichthyologie legen. Er war auch der erste, der (in seiner »Synonymia piscium«) die Beschreibungen früherer Autoren über ein und dieselbe Art in der Form von Zitaten zusammenstellte.

Von den ichthyologischen Autoren dieser Zeit, die sich mit der Beschreibung einzelner Faunen befaßten, seien genannt MARSIGLI, der *die Fischfauna der Donau* ausgezeichnet beschrieb und abbildete; die Kenntnis *der Fischfauna des indo-australischen Archipels* erhielt durch die Werke von RENARD, VALENTYN und REUYSCH, die *mehrere 100 Arten* beschrieben und abbildeten, eine ansehnliche Grundlage. Desgleichen wurde durch *japanische Fischabbildungen*, die durch die »ENCYCLOPEDIA JAPONICA« in europäische Hand gelangt waren, der erste umfassendere Anfang einer Kenntnis der ostasiatischen Fischwelt vermittelt. Durch die von dem Missionar PLUMIER während seiner Reisen *in den Antillen* verfertigten zahlreichen Fischzeichnungen kamen die ersten Materialien aus den Meeren Mittelamerikas nach Europa, die später in den Werken von BLOCH und LACÉPÈDE Verwertung fanden.

Die ichthyologischen Forschungen des im Alter von 21 Jahren in Amsterdam ertrunkenen ARTEDI fanden durch die Herausgabe seiner Schriften, die sein Jugendfreund LINNÉ veranlaßte, nachhaltige Beachtung. Sie erschienen auch dem SCHÖPFER DER MODERNEN SYSTEMATIK so wohl begründet und sachgemäß durchgeführt, daß er ARTEDIS Darstellung im großen und ganzen beibehielt und nur mit *der binären Nomenklatur* versah. ARTEDI hatte die 4 Ordnungen der Fische *Malacopterygii, Acanthopterygii, Branchiostegi und Chondropterygii*, aufgestellt, die LINNÉ in seinem Systema naturae zunächst mit geringen Änderungen ihrer gegenseitigen Abgrenzung übernahm. Später ersetzte er dieses System durch ein eigenes und unterschied nach der Flossenstellung die *Apodes, Abdominales, Jugulares* und *Thoracici*. Zugleich trennte er eine recht willkürlich zusammengestellte Gruppe von Fischen und fischähnlichen Tieren in der durchaus künstlichen Ordnung der *Amphibiae nantes* von den *eigentlichen Fischen* ab. Dazu gehörten von wirklichen Ichthya sämtliche ihm bekannten *Selachier und Acipenseriden* sowie eine Anzahl von Fischen, die *jetzt zu den Teleostomen gezählt werden*. Eine der wichtigsten Errungenschaften der LINNÉschen Arbeit war *die endgültige Ausscheidung der Wale aus*

der Klasse der Fische. Nicht minderes Verdienst gebührt Linné dafür, daß er die Anzahl der Flossen-Strahlen und -Stacheln als Unterscheidungs- und Bestimmungsmerkmal bei den einzelnen Arten verwendete.

Gegenüber dem Werke Artedis und Linnés kam den Veröffentlichungen Kleins und Gronows nur die Bedeutung von Ergänzungen und Erweiterungen der bisher bestehenden Formenkenntnis zu. Gronow führte eine neue Art der Fischpräparierung ein, indem er die Haut der Fische flach aufbreitete und so trocknen ließ, also eine ähnliche Präparierung wie bei einem Herbarium. Sein »Ichthyarium« hat sich bis heute erhalten und gehört zu den ältesten auf uns gekommenen Fischsammlungen.

Ein ungeahnter Aufschwung der ichthyologischen Forschung war die Folge dieser klassischen Zeitepoche, die durch die Namen Artedi und Linné gekennzeichnet ist. Auch die Forschung in außereuropäischen Gebieten nahm nun eine ziemlich die ganze Erde umfassende Ausbreitung an. Dadurch wurden auch die ersten Vorbedingungen geschaffen, die für die Kenntnis der geographischen Verbreitung der einzelnen Formen und Formen-Gruppen notwendig waren. Von den mit der Fauna einzelner Gebiete sich beschäftigenden Werken seien hier zunächst für die europäischen Gewässer genannt: Meidinger für *die Fische Österreichs*, O. F. Müller für *dänische Fische*, Pennant für *die Fische Englands*, Brünnich für *die Fische des Mittelmeers*; die Fische *des russischen Gebietes in Europa und Asien* behandelten die Arbeiten von Pallas, Gmelin und Güldenstedt, der Schwede Forskål unternahm während einer arabischen Expedition Untersuchungen *der Fische des Roten Meeres*, Hasselquist gab die ersten Beschreibungen von Fischen aus *Ägypten und Palästina*, Fabricius begründete die Kenntnis *der Fische Grönlands* und Thunberg *die Javas.*

Es war wohl auch dem Aufschwunge, den das Werk Linnés hervorgerufen hatte, zu danken, daß es in dieser Zeit auch Gepflogenheit wurde, großen überseeischen Expeditionen und Weltumsegelungen Sammler und Forscher mitzugeben, die sich auch mit der beobachtenden Aufsammlung von Naturobjekten zu beschäftigen hatten. So waren die beiden ersten Reisen des Weltumseglers Cook begleitet von Banks, Solander und den beiden Forster, die französische Expedition Bougainvilles hatte Commerson an Bord, der insbesondere von der Küste von *Brasilien*, vom *Indischen Archipel, Mauritius, Île de France* und *Madagaskar* eine große Anzahl ausgezeichneter Fischbeschreibungen lieferte.

Die Tatsache, daß ein umfassendes Werk auf einem Wissensgebiete sprunghaft eine Fülle neuer größerer und kleinerer Einzelarbeiten zur Folge hat, deren Fülle nach einer bestimmten, oft nur kurzen Zeit so unübersichtlich wird, daß ihnen als gebieterische Notwendigkeit die Entstehung einer neuen Zusammenfassung wieder einen gewissen Abschluß gibt, zeigt sich auch in dieser Epoche der Ichthyologie, der zu Ende des 18ten Jahrhunderts in den Werken M. E. Blochs: »*Ökonomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands*« und »*Naturgeschichte der ausländischen Fische*« ein solches Kompendium entstand, das in seinen Beschreibungen und in einer Fülle kostspieliger farbiger Abbildungen die Gesamtkenntnis über die bis dahin entdeckten Fische umfaßte. Ein ähnliches Ziel setzte sich auch das fast gleichzeitige Werk Lacépèdes, die 5-bändige »*Histoire des Poissons*«, die freilich viel mehr die Eigenschaften und Fehler rein kompilatorischer Arbeit zeigte, da der Autor durch die wilde Zeit der französischen Revolution in vieler Beziehung nur mit den unzulänglichsten Literaturbehelfen und ohne die Möglichkeit, an den Objekten selbst nachzuprüfen, tätig sein konnte. Das von Bloch aufgestellte, durchaus künstliche System der Fische wurde nach seinem Tode von Schneider herausgegeben.

Einen neuerlichen Markstein in der Geschichte der Fischkunde bedeuten die Arbeiten Cuviers, die in der zusammen mit Valenciennes herausgegebenen »*Histoire naturelle des poissons*«, einem 22-bändigen, mit vorzüglichen, meist farbigen Abbildungen versehenen Werke ihren Abschluß fanden. In ihm konnten auch die seit Blochs und Lacépèdes Tätigkeit entstandenen Arbeiten Donovans, der ein Werk über *die britischen Fische* veröffentlichte, Rissos und Rafinesques, die *die Mittelmeer-Fische* ausführlich bearbeiteten, Russels, Hamiltons & Buchanans, die *die indische Fischfauna* beschrieben, Geoffroy St. Hilaires, des Bearbeiters *der Fische Ägyptens und des Roten Meeres*, Mitchills, Lesueurs und Rafinesques, die die Anfänge zur Kenntnis *der nordamerikanischen Fischfauna* legten, Verwendung finden.

Cuviers Arbeiten haben nach denen Linnés die nachhaltigste Wirkung geübt, zumal nicht bloß seine Beschreibungen vortrefflich waren, sondern auch sein System das erste war, das in seinen Grundzügen als ein »natürliches« gelten konnte. Er trennte zunächst, dem Beispiele Pennants folgend, die 2 großen Gruppen *der Knochenfische*

und *der Knorpelfische oder Chondropterygier*, in denen er die *Acipenseriden, Selachier* und *Cyclostomen* vereinigte (alle übrigen, von LINNÉ in seinen »*Amphibia nantes*« außerdem noch enthalten gewesenen Formen ausscheidend). Die Knochenfische schied er in solche mit *kammförmigen* und *mit büschelförmigen Kiemen* (*Lophobranchier*); die erstgenannten teilte er wieder in solche *mit freiem und mit fixiertem Oberkiefer* ein; die mit freiem Oberkiefer in *Stachel- und Weich-Flosser.*

Durch die Weltumsegelungen und anderen großen maritimen Expeditionen, die auch in jenen Zeiten ausgesendet wurden, erhielt auch die Ichthyologie wertvolle Bereicherungen. Es seien hier die von QUOY & GAIMARD durchgeführten Bearbeitungen der Fischausbeute von der Reise der Korvette »L'URANIE« und die von LESSON, die die Fische der Korvette »LA COQUILLE« veröffentlichten, sowie die Ergebnisse der Reise der »L'ASTROLABE«, die wenige Jahre später abermals von QUOY & GAIMARD herausgegeben wurden, genannt; weiter RICHARDSON, der die Fischbearbeitung der Expedition des »SULPHUR«, sowie der beiden, auch mit Forschungen in der Antarktis beschäftigten englischen Schiffe »EREBUS« und »TERROR« besorgte; schließlich JENYNS, der Bearbeiter der ichthyologischen Ergebnisse des »BEAGLE«.

Die überragende wissenschaftliche Tätigkeit CUVIERS war auch auf dem Gebiete der Fischkunde so groß und eindrucksvoll, daß es ihm gelang, *in allen Regionen des Erdballs* tüchtige Helfer aufzutreiben, die ihm Beobachtungen, Abbildungen und Sammlungen von Fischen zur Bearbeitung zusandten, so daß IN DIESEM ERSTEN JAHRZEHNT DES 19TEN JAHRHUNDERTS das Pariser Museum der Mittelpunkt ichthyologisch-systematischer Forschung wurde.

Schon CUVIER hatte Vergleiche zwischen lebenden und fossilen Fischen angestellt und nach Verwandtschaftsbeziehungen gesucht. Vor allem auch weitgehende Ähnlichkeit in Einzelheiten der Beschuppung, des lebenden *Polypterus* und *Lepidosteus*, sowie von *Acipenser* mit der des *fossilen Palaeoniscus* erkannt. Auf Grund dieser gleichartigen Beschuppung, die *alle fossilen Fisch-Formen* von den ältesten bis zur Kreidezeit herab aufweisen, faßte LOUIS AGASSIZ die erwähnten, sowie einige andere Gruppen rezenter Fische mit diesen fossilen in *der Ordnung der Ganoiden* zusammen und hob sie damit *scharf aus der Masse der übrigen Fische heraus*, die er gleichfalls nach der Form der Schuppen in weitere 3 Ordnungen teilte: *Placoiden* (*rezent*: *Rochen, Haie* und *Cyclostomen*) *Cycloiden* (Knochenfische mit glatten, ganzrandigen Schuppen) und *Ctenoiden* (Knochenfische mit rauhen Schuppen, deren Ränder Zähnelung aufweisen). Dieses, gleichfalls künstliche System stand freilich nicht lange in Geltung, doch gebührt AGASSIZ das Verdienst, mit seinem Hauptwerke »*Recherches sur les poissons fossiles*« (1833 bis 1843) *die Hauptgrundlagen für die Forschung über fossile Fische* gelegt zu haben.

Nur wenig später hat JOHANNES MÜLLER mit seinen von anatomischen Untersuchungen getragenen systematischen Studien auch die Erkenntnis über die tatsächlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Ichthya in entscheidender Weise gefördert. Namentlich sein klassisches Werk »*Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden*« (1846) ist hier zu nennen. In diesem hat er nicht nur die von AGASSIZ geschaffene *Fisch-Gruppe der Ganoiden* auf die Formen beschränkt, die tatsächlich auch in ihrem inneren Bau nahe Beziehungen zeigen, sondern auch die Stellung anderer Formen, *vor allem der Lungenfische*, in richtiges Verhältnis innerhalb der Ichthya gebracht. Auch *die Acranier* und *Cyclostomen* schied er deutlicher von *den Plagiostomen*, wenngleich er sie innerhalb der Klasse der Fische beließ, die er in 6 Subklassen schied: (1) *Dipnoi*, (2) *Teleostei* mit den 6 Ordnungen Acanthopteri, Anacanthini, Pharyngognathi, Physostomi, Plectognathi, Lophobranchii, (3) *Ganoidei* mit den 2 Ordnungen Holostei und Chondrostei, (4) *Elasmobranchii oder Selachii* mit den Ordnungen Plagiostomi und Holocephali, (5) *Marsipobranchii oder Cyclostomi* mit den 2 Ordnungen Hyperoartii und Hyperotreti und (6) *Leptocardii*.

BIS ZU BEGINN DES JETZIGEN JAHRHUNDERTS hat dieses System in den großen Zügen als das maßgebende gegolten und kann wohl auch jetzt noch in den großen Richtlinien als gültig bezeichnet werden.

Als hauptsächlichste Forschungsreisen und Forschungsarbeiten, die den Stand unserer heutigen Kenntnisse auf dem Gebiete der Fischkunde geschaffen haben, mögen folgende Erwähnung finden: DAS 19TE JAHRHUNDERT brachte auch in der Ichthyologie die Erschließung des gesamten Erdballes. Um zunächst die europäischen Gebiete zu nennen, deren systematische Durchforschung so ziemlich als abgeschlossen gelten kann, seien hier die Arbeiten von HECKEL & KNER, SIEBOLD, VOGT & HOFER für *Deutschland* (*und Österreich*) genannt, FATIO für *die Schweiz*, KROYER, NILSSON, FRIES & EKSTRÖM sowie LILLJEBORG für *die skandinavische Fauna.* Eine meisterhafte Darstellung bildet die von SMITT herausgegebene 2te Auflage des Werkes von FRIES & EKSTRÖM in eng-

lischer Sprache (*Scandinavian fishes*). Die *Fischfauna Frankreichs* behandelte das große Werk MOREAUS, *Italiens Fische* BONAPARTE, COSTA und DODERLEIN, die allerdings alle 3 unvollendet blieben. *Spanien und Portugal* wurden durch STEINDACHNER ichthyologisch erschlossen und *England und Irland* fanden, nachdem schon YARRELL & COUCH ihre Fischfauna in umfassenden Beschreibungen dargestellt hatten, in DAYS Werk eine ausgezeichnete Bearbeitung, die in der Folge durch einige weitere Werke (TATE REGAN) zeitgemäße Ergänzung fand, ohne jedoch den Charakter als grundlegendes Werk zu verlieren. Die *pontische Fischfauna* wurde von NORDMANN und DEMIDOFF beschrieben, die *des gesamten Rußland*, seine asiatischen Gebiete mit inbegriffen, findet in L. S. BERG einen genauen Bearbeiter, der in der noch im Erscheinen begriffenen »*Faune de la Russie*« eine leider in russischer Sprache geschriebene ichthyologische Darstellung dieses riesigen Gebietes gibt. Die *Fischfauna der unteren Donau* hat in ANTIPAS Werk eine eingehende Schilderung gefunden.

Von Gebieten Asiens wurde *die Fischfauna Vorderasiens* (Syrien, Mesopotamien, Kurdistan und Persien) von HECKEL in großem Umfang beschrieben, die *Kleinasiens* von PELLEGRIN. Die reiche *Fischfauna Indiens*, die schon durch CANTOR teilweise dargestellt war, fand in DAYS groß angelegtem, mit ausgezeichneten Beschreibungen und trefflichen Abbildungen versehenem Werk »*The fishes of India*« eine umfassende Schilderung, die nicht minder reiche *Fischfauna Japans* wurde von TEMMINCK & SCHLEGEL (in SIEBOLDS Japanwerk) beschrieben. Ihnen fügten STEINDACHNERS und DÖDERLEINS Veröffentlichungen viel Neues hinzu und neuerdings erhält diese Fauna, nachdem zahlreiche amerikanische Teilbearbeitungen der einzelnen Gruppen (namentlich durch die Schule D. ST. JORDAN) erschienen sind, durch TANAKA eine durch Abbildungen jeder Fisch-Art unterstützte monographische Darstellung. Die Erforschung der *Fischfauna des Ostindischen Archipels* ist mit dem ganz einzigartigen Werk eines holländischen Arztes verknüpft, P. BLEEKERS, der riesige Sammlungen aus diesem fischreichen Gebiet zusammenbrachte, um schließlich ihr Gesamtergebnis in einem 9-bändigen, durch seinen Tod unvollständig gebliebenen, mit farbigen Tafeln versehenen Prachtwerke: »*Atlas ichthyologique des Indes orientales Néerlandaises*« (1862 bis 1887) niederzulegen. Gegenwärtig findet dieses mit einer außerordentlichen Formenfülle an Fischen belebte Gebiet in dem umfangreichen Werke WEBERS & BEAUFORTS, das zum großen Teil schon erschienen ist, eine geschlossene Beschreibung.

Die australische Fischfauna hat IN DEN LETZTEN DREIVIERTEL JAHRHUNDERTEN zum Teil schon Vorarbeiten für eine umfassende Darstellung gefunden, die selbst bis jetzt jedoch noch ausständig ist. Nur für die *Fischfauna Neuseelands* wurde durch HUTTON & HECTOR in »*The fishes of New-Sealand*« (1872) eine Zusammenfassung der damaligen Kenntnisse gegeben.

Auch die Süßwasser-Fische Afrikas sind bis in die letzten Jahrzehnte zwar in einer Fülle von Beiträgen behandelt worden, ohne daß jedoch bis zum Beginn unseres Jahrhunderts, abgesehen von GÜNTHERS »*The fishes of the Nile*« und BOULENGERS »*The fishes of the Congo basin*«, zusammenfassende Werke erschienen wären. Erst dann kamen 3 große Werke BOULENGERS, von denen das 1te, unterstützt durch einen Band vorzüglicher Abbildungen, *die Fische des Nil*, das andere *die des Kongo* monographisch darstellte, während das 4-bändige »*The fresh water Fishes of Africa*« unsere gesamten bisherigen Kenntnisse über die Fischfauna dieses Kontinents zusammenfaßte.

Die Erforschung der nordamerikanischen Fischfauna fand zunächst in RICHARDSONS »*Fauna Boreali-Americana*« (3ter Teil) und in DECAYS »*Zoology of New York*« (4ter Teil) IN DER ERSTEN HÄLFTE DES 19TEN JAHRHUNDERTS zusammenfassende Arbeiten, denen nach vielen Einzelabhandlungen, die vielfach durch die großen für wirtschaftliche Zwecke ausgesendeten Expeditionen, wie die zur Trassierung der Transamerikanischen Bahnen, Förderung fanden, in der 1883 von JORDAN & GILBERT veröffentlichten »*Synopsis of the fishes of North-America*« und in dem 4-bändigen Standardwerk JORDANS & EVERMANNS: »*The fishes of North- and Middle-America*« (1896 bis 1900) die grundlegenden Hauptwerke folgten.

Die ichthyologische Erforschung Südamerikas hat trotz der reichen Sammel- und Erkundungs-Tätigkeit DER LETZTEN HUNDERT JAHRE wegen der riesigen und zum Teil schwer zugängigen Stromgebiete noch keineswegs einen Stand erreicht, der einen zusammenfassenden Abschluß ermöglicht hätte. Der Österreicher NATTERER hat auf vieljährigen Reisen durch Brasilien ein riesiges Material zusammengebracht, das durch KNER veröffentlicht wurde. Bedeutende Erweiterungen brachten die Arbeiten STEINDACHNERS sowie EIGENMANNS. In den letzten Jahrzehnten haben dort vor allem amerikanische Expeditionen gearbeitet.

Die weitere Erforschung der marinen Fischfauna, insbesondere der Hochsee, war natürlich nur möglich durch große maritime Expeditionen, die Aufsammlungen mariner Lebewesen in ihrem Programm hatten. Von diesen seien *die Weltumsegelung* der österreichischen Fregatte »Novara« (Fische durch Kner & Steindachner) genannt, weiter die beiden englischen Expeditionen, von denen eine an Bord des »Beagle« Gebiete des *antarktischen Südamerika* erkundete (Fische von Jenyns), sowie die norwegischen *Nordmeer-Expeditionen* (1876 bis 1878) (Fische von Collett 1880).

Seitdem durch Tiefenlotungen von Ross im arktischen Gebiet die alte Vorstellung zerstört worden war, daß die großen Tiefen der Ozeane von Eismassen erfüllt seien, war die Frage aufgetaucht, ob in ihnen die gleichen oder andere Lebewesen als die, die die oberen Wasserschichten bewohnten, vorhanden wären. Es waren sodann die Vorarbeiten für die Verlegung des ersten transatlantischen Kabels, die den Anlaß dazu gaben, daß die Erforschung der Tierwelt der Tiefsee begann, die bis gegen die Mitte des 19ten Jahrhunderts so gut wie völlig unbekannt war. Die Entdeckungen an Bord der englischen »Porcupine« boten soviel völlig Neues, daß die britische Regierung sich zur Aussendung der großen, hauptsächlich für die Tiefseeforschung bestimmten Expedition des »Challenger« entschloß, die mit der Auffindung einer ganzen neuen Welt von Organismen einen *Markstein auch auf dem Gebiete der Fischkunde* bedeutet (Fische von Günther). Ihre Funde sind seitdem durch viele Tiefsee-Expeditionen verschiedener Nationalitäten erweitert worden: die deutsche »Valdivia«-Expedition, die vor allem die Tiefen *des Indischen Ozeans* durchforschte (Tiefseefische von Brauer), die französische Expedition des »Travailleur« und »Talisman« (Fische von Vaillant), die Expeditionen des Fürsten von Monaco (Fische von Zugmajer, Roule, Fage), die englische Expedition des »Investigator« (Fische von Alcock), die holländische »Siboga«-Expedition, die *das Seegebiet um den Indomalaischen Archipel* untersuchte und neben Fischen des Seichtwassers auch solche der Tiefsee brachte (Fische von Weber), die nordischen Expeditionen des »Michael Sars« (Fische von Collett), des »Thor« und des »Ingolf«, weiter verschiedene amerikanische Expeditionen, die vor allem mit dem Namen von Alexander Agassiz verknüpft sind, im Gebiete des Atlantischen und des Pazifischen Ozeans. In der neuesten Zeit hat der Amerikaner W. Beebe Tiefseeforschungen aufgenommen. Seine Arbeiten sind insbesondere durch die ausgedehnte Verwendung von neuen Tauch-Apparaten zur Unterwasserbeobachtung von Fischen gekennzeichnet. Es ist aber doch hier noch ein sehr weiter Raum für die Forschung übrig, zumal vermutlich *die großen Arten von Tiefsee-Tieren*, deren Vorhandensein als sicher angenommen werden muß, bisher den noch nicht ganz zweckmäßigen Fanggeräten entgangen sind.

Eine große Zahl von großen Expeditionen und von größeren und kleineren Überlandreisen war in diesen Zeiten auch mit der Aufsammlung ichthyologischer Materialien beschäftigt, so daß schon zu Beginn der zweiten Hälfte des 19ten Jahrhunderts die systematische Literatur über Fische zu einer schier unübersehbaren Menge von Schriften und Notizen angeschwollen war. So machte sich das Bedürfnis nach einem zusammenfassenden Werke immer stärker geltend. Dieses erhielt die Ichthyologie durch den deutschen Zoologen Günther, der als Leiter der Fischsammlung des »British Museum« seinen 8-bändigen *»Catalogue of the fishes of the British Museum«* (1859 bis 1870) veröffentlichte. Er ist geradezu die Grundlage aller weiteren systematischen Forschungen in der Fischkunde und auch heute noch ein unentbehrliches Hilfsmittel klassifikatorischer Tätigkeit. Doch ist mittlerweile die systematische Fischliteratur aufs neue in einer solchen Fülle von Einzelschriften erweitert worden, daß der Zustand der Unübersichtlichkeit vor dem Erscheinen des Güntherschen Kataloges seit geraumer Zeit schon wieder erreicht ist und daß sich das Bedürfnis nach einer neuen Zusammenfassung daher immer stärker geltend macht.

Schon Günther berechnete zur Zeit der Veröffentlichung seines Kataloges die Zahl der bekannten Fisch-Arten auf weit mehr als 8000. Die Schätzung der bis heute bekannt gewordenen Fisch-Arten schwankt in sehr weiten Grenzen zwischen 16000 und 25000, ja selbst Zahlen von 30000 bis 35000 sind genannt worden. Dies hängt zum Teil mit der verschiedenen Auffassung des Artbegriffes zusammen.

Neben der Erforschung der verschiedenen Fisch-Arten ging insbesondere seit der Mitte des 18ten Jahrhunderts auch das Studium ihrer Anatomie Hand in Hand und damit zugleich die Schaffung einer Grundlage für die Beurteilung der Verwandtschaftsverhältnisse. Vor allem war das Studium des Skelettes von Bedeutung. Die sprunghafte Entwickelung, die die Anatomie im 16ten Jahrhundert namentlich durch die Tätigkeit

